



METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL E QUANTIFICAÇÃO DE  
CUSTOS NO ÂMBITO DA RESPONSABILIDADE AMBIENTAL

por

Clara de Almeida Couto e Valverde de Moura

Tese de Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente

Orientada por:

Prof. Dr.<sup>a</sup> Susana Silva

Eng.º Daniel Oliveira, Energia Fundamental

2012/2013

## **Nota biográfica**

Clara de Almeida Couto e Valverde de Moura, natural de Vila Nova de Gaia, licenciada em Ciências e Tecnologia do Ambiente pela Faculdade de Ciências da Universidade de Porto. Participou entre 2008 e 2009 na realização de um *think tank* relativo a “Cidades e Alterações Climáticas” que culminou com o projeto AMBICIDADES. Desde 2009 colaborou com a empresa *Smartwatt*, onde desenvolveu trabalho no âmbito da contabilização de emissões e planos de ação para a eficiência energética, tendo ainda participado em trabalhos desenvolvidos no âmbito das auditorias energéticas e assumido durante 2 anos a direção da Qualidade no âmbito do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2008.

Com o objetivo de melhorar as suas competências e adquirir novos conhecimentos, ingressou em 2010 no Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente, tendo entre Fevereiro e Junho de 2013 desenvolvido a presente dissertação, na empresa Energia Fundamental.

## **Agradecimentos**

À Professora Susana Silva, pela orientação do meu trabalho, e por toda a disponibilidade que sempre demonstrou.

Ao Eng.º Daniel Oliveira, pela disponibilidade na coorientação desta tese e a toda a equipa da Energia Fundamental por me terem dado a possibilidade de realizar este estudo num contexto prático de trabalho e pelo apoio que demonstraram.

À Ana Fartote, por todo o apoio e incentivo durante a realização deste trabalho.

À minha mãe, uma vez mais, por mais esta aventura.

Ao meu pai e aos meus avós,

## **Resumo**

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Regulamento da Responsabilidade Ambiental (RA) (Decreto-Lei 147/2008, de 29 de Julho, alterado pelo Decreto-Lei 245/2009, de 22 de Setembro e Diretiva n.º 2004/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril). O trabalho desenvolvido no âmbito da tese de mestrado pretendeu ajudar na construção de um procedimento de avaliação e quantificação de custos ambientais, nomeadamente de prevenção e reparação, associados à ameaça iminente e aos danos ambientais causados por empresas e operadores de vários sectores de atividade. Foi elaborada uma pesquisa bibliográfica, de normas e de requisitos necessários ao cumprimento do regulamento para a construção de um procedimento de avaliação de risco ambiental, para aplicação em diversos sectores. Este procedimento possibilitará posteriormente, numa ótica de custo-benefício, definir o tipo de garantia financeira mais adequado a cada empresa, nomeadamente através da subscrição de apólices de seguro, obtenção de garantias bancárias, participação em fundos ambientais ou constituição de fundos próprios reservados para o efeito.

O procedimento de avaliação de risco ambiental proposto pretende ser transversal, fornecer as ferramentas necessárias para a avaliação e simultaneamente ser um instrumento de aplicação sistemático, simplificado e exequível do ponto de vista da disponibilidade de tempo e recursos, uma vez que se pretende que constitua um dos procedimentos de trabalho para as organizações ou para empresas de consultoria nesta área.

Palavras-chave: Responsabilidade ambiental; avaliação de risco ambiental; garantia financeira.

## **Abstract**

The work was developed under the Environmental Liability regulation (DL 147/2008, de 29 de Julho, as amended by DL 245/2009, de 22 de Setembro and Directive n. ° 2004/35/EC of the European Parliament, Council of 21 April). The work developed intended to assist the build of an assessment and quantification procedure of environmental costs, regarding prevention and repair, associated with imminent threat and environmental damage caused by companies and operators in different activity sectors. A bibliographic research of standards and regulation requirements was developed in order to create an environmental risk assessment procedure that can be used in different economic activities. This procedure will allow, in cost-benefit perspective, classify the type of financial security best suited for each company, including the underwriting of insurance policies, obtaining bank guarantees, participation in environmental funds or provision of equity reserved for effect.

The proposed environmental risk assessment procedure, aims to be transversal providing all the necessary tools for the assessment and simultaneously of systematic use, simplified and feasible in terms of available time and resources, since it is intended to be used has a procedure for organizations or consulting firms in this sector.

**Keywords:** Environmental liability, environmental risk assessment, financial guarantee.

## Índice

Nota biográfica .....	ii
Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	iv
Abstract .....	v
Índice .....	vi
Índice de Figuras .....	vii
Índice de Tabelas .....	viii
Índice de Acrónimos .....	ix
Capítulo 1. Introdução .....	1
Capítulo 2. Revisão da Literatura .....	11
Capítulo 3. Metodologia de Investigação .....	35
3.1. Metodologia .....	35
3.1.1 Descrição de normas de avaliação de risco .....	36
NTP330 e MARAT .....	36
UNE 150008 .....	38
MIL-STD-882E .....	41
3.1.2 Análise crítica das normas abordadas .....	43
Capítulo 4. Resultados .....	46
4.1 Procedimento .....	47
Capítulo 5. Conclusões e investigações futuras .....	64
Referências Bibliográficas .....	66
Anexos .....	69
Anexo 1 – Escalas retiradas da Nota Técnica NTP330. ....	69
Anexo 2 – Escalas de probabilidade, consequências, gravidade e avaliação de risco retiradas da Norma UNE 150008:2008. ....	72
Anexo 3 – Escalas de severidade, probabilidade e matriz de risco, retiradas da Norma MIL-STD-882E .....	74

## Índice de Figuras

Figura 1 – Função de recuperação dos serviços dos recursos naturais e perdas intermédias (adaptado de Ortega <i>et al.</i> , 2010). .....	26
Figura 2 – Processo de elaboração do procedimento de avaliação de risco e quantificação de custos. ....	35
Figura 3 – Esquema adaptado da Norma UNE 150008:2008.....	39
Figura 4 – Esquema do processo a implementar nos projetos onde o procedimento construído for aplicável. ....	47

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Descritores ambientais definidos no Guia para Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental (Fonte: Guia APA, 2011, pág.5). .....	3
Tabela 2 – Proposta de cronograma de trabalhos com identificação das diferentes fases. ....	48
Tabela 3 – Elementos necessários a solicitar à organização.....	49
Tabela 4 – Dados para identificação da atividade económica baseados no formulário de reporte APA. ....	50
Tabela 5 – Proposta de ficha de levantamento para visita às instalações. ....	52
Tabela 6 – Proposta de tabela de registos dos resíduos gerados e respetivas quantidades. ....	55
Tabela 7 – Proposta de tabela de registo de quantidades de matérias-primas. ....	55
Tabela 8 – Dados necessários à identificação da ameaça iminente de dano (baseado e adaptado do formulário de reporte APA). ....	55
Tabela 9 – Dados a incluir na análise de risco ambiental (baseado e adaptado do formulário de reporte APA). ....	56
Tabela 10 – Outros dados necessários à identificação de ameaça iminente de dano (baseados e adaptados do formulário de reporte APA). ....	57
Tabela 11 – Categorias de gravidade (adaptado da Norma MIL-STD-882E). ....	58
Tabela 12 – Categorias de probabilidade (adaptado da Norma MIL-STD-882E). ....	58
Tabela 13 – Matriz de cálculo de risco ambiental (adaptada da Norma MIL-STD-882E). ....	58
Tabela 14 – Custos a incluir no cálculo da garantia financeira. ....	59
Tabela 15 – Tipologias de garantias financeiras. ....	60
Tabela 16 – Proposta de síntese de dados da frequência de incidentes por tipo de perigo. ....	62
Tabela 17 – Proposta para acompanhamento de custos. ....	62



## Índice de Acrónimos

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CAE – Código de Atividade Económica

CCV – Custo do Ciclo de Vida

DAP – Disposição a Pagar

DAR – Disposição a Receber

EMAS – *Eco-Management Audit Scheme* (Sistema Comunitário de Ecogestão e Auditoria)

FIA – Fundo de Intervenção Ambiental

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GF – Garantia Financeira

GRI – *Global Reporting Initiative*

ISO – *International Organization for Standardization*

MARAT – Método de Análise de Risco de Acidentes de Trabalho

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OMS – Organização Mundial de Saúde

PCIP – Prevenção e Controlo Integrado da Poluição

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PIB – Produto Interno Bruto

RA – Responsabilidade Ambiental

RAN – Reserva Agrícola Nacional

REN – Reserva Ecológica Nacional

SEPNA - Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente

SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

SIRAPA - Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente

UE – União Europeia

## Capítulo 1. Introdução

Algumas políticas nacionais têm por objetivo fortalecer a competitividade no sector energético e simultaneamente equilibrar os principais pilares da sustentabilidade: economia, sociedade e ambiente. Na última década, de acordo com o Relatório do Estado do Ambiente (2012), Portugal seguiu as tendências médias dos países da União Europeia (UE) relativamente à diminuição da intensidade energética e carbónica por unidade de PIB (Produto Interno Bruto). Pretende-se integrar as preocupações ambientais nas políticas de cada sector, envolvendo todos os agentes económicos, procurando-se um crescimento económico sustentável, sem comprometimento dos recursos naturais e sem exercer impactes negativos no ambiente. Para isso torna-se fundamental diminuir o consumo de recursos não renováveis promovendo a utilização de materiais sustentáveis, assegurar que o consumo dos recursos não excede a capacidade de regeneração do meio, fomentar políticas de consumo e produção sustentável e atuar ao nível da sensibilização comportamental dos cidadãos. De acordo com o mesmo relatório, o indicador de impostos com relevância ambiental, não apresentou metas definidas, definindo apenas os objetivos de promover o cumprimento das metas ambientais, a utilização racional dos recursos e a internalização das externalidades ambientais provocadas. De um modo geral, pretende-se que os custos dos serviços e dos danos ambientais sejam incorporados nos preços dos bens, serviços e/ou atividades que os originam, contribuindo para a integração de políticas ambientais nas políticas económicas. Neste contexto, existem ainda instrumentos de gestão, como por exemplo o EMAS (Eco-Management and Audit Scheme)<sup>1</sup> e a ISO 14001 (International Organization for Standardization)<sup>2</sup>, que podem potenciar a ecoeficiência nas organizações, a adoção de padrões de consumo mais sustentáveis, estimular a oferta e procura de produtos/atividades/serviços com baixo impacte ambiental, incentivar boas práticas ambientais nas organizações e servir de agente mediador entre todos os agentes interessados assegurando o seu envolvimento (Relatório do estado do ambiente 2012).

---

<sup>1</sup> EMAS – Sistema comunitário de ecogestão e auditorias, que permite às empresas e outras organizações avaliarem, reportarem e melhorarem a sua performance ambiental.

<sup>2</sup> Norma da família da ISO 14000, focada nos sistemas de gestão ambiental.

Esta evolução estratégica fez com que, ao longo dos anos, a responsabilidade ambiental alterasse a perspetiva de dano, sendo inicialmente apenas considerado o dano causado a pessoas e coisas. Este aspeto alterou-se com o estabelecimento do Estado de Direito Ambiental que tornou autónomos conceitos como os danos causados à natureza, ao património natural e aos fundamentos da vida. A evolução e a adaptação às circunstâncias fizeram com que a construção do Estado de Direito Ambiental passasse do princípio da prevenção para simultaneamente incorporar o princípio da responsabilização. O estudo dos instrumentos de tutela ambiental, a partir da análise económica do direito, tem revelado que quando o cidadão investe na qualidade de zelador do ambiente, obtém-se uma alocação economicamente mais racional dos recursos, além de se gerarem custos administrativos menores para o Estado e para os privados. Estes princípios encontram-se preconizados na Lei de Bases do Ambiente e na Lei da Participação Procedimental e da Ação Popular (Lei 83/95 de 31 de Agosto), embora a sua aplicação prática seja dificultada pela pouca clareza na articulação das diferentes normas legais. Um regime de responsabilidade ambiental não pode ser nem redundante nem ter um défice de tutela jurídica, tendo por isso de ser ultrapassadas algumas dificuldades, nomeadamente ao nível da dispersão dos danos ambientais; da concausalidade na produção de danos; do período de latência das causas dos danos ambientais; da dificuldade técnica de provar que uma causa é apta a produzir determinado dano e a ainda de garantir que o poluidor tem a capacidade financeira suficiente para suportar os custos de reparação e a internalização do custo social gerado (DL n.º 147/2008 de 29 de Julho).

No seguimento do Livro Branco da Responsabilidade Ambiental de 9 de Fevereiro de 2000 [COM (2000) 66 final], a Comissão Europeia apresentou a 23 de Janeiro de 2002 uma proposta para a Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais [COM (2002) 17 final]. O objetivo desta proposta é a prevenção e reparação de danos ambientais nas componentes da biodiversidade, água e solo (Environmental risk and insurance, 2003). São assim incluídos os danos causados ao ambiente, nos termos definidos na alínea e) do n.º 1 do art. 11.º do DL 147/2008 de 29 de Julho e as ameaças iminentes de danos, definidas na alínea b) do n.º 1 do art. 11.º do DL 147/2008 de 29 de

Julho, causados como resultado do exercício de qualquer atividade económica, independentemente do seu carácter público ou privado, lucrativo ou não (DL147/2008 de 29 de Julho) para os descritores ambientais definidos na Tabela 1 (Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, 2011):

Tabela 1 – Descritores ambientais definidos no Guia para Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental (Fonte: Guia APA, 2011, pág.5).

Danos causados às espécies e habitats naturais protegidos	<i>“quaisquer danos com efeitos significativos adversos para a consecução ou a manutenção do estado de conservação favorável desses habitats ou espécies, cuja avaliação tem que ter por base o estado inicial, nos termos dos critérios constantes no anexo IV ao Diploma RA, com exceção dos efeitos adversos previamente identificados que resultem de um ato de um operador expressamente autorizado pelas autoridades competentes, nos termos da legislação aplicável.”</i>
Danos causados à água	<i>“quaisquer danos que afetem adversa e significativamente, nos termos da legislação aplicável, o estado ecológico ou o estado químico das águas de superfície, o potencial ecológico ou o estado químico das massas de água artificiais ou fortemente modificadas, ou o estado quantitativo ou o estado químico das águas subterrâneas.”</i>
Danos causados ao solo	<i>“qualquer contaminação do solo que crie um risco significativo para a saúde humana devido à introdução, direta ou indireta, no solo ou à sua superfície, de substâncias, preparações, organismos ou microrganismos.”</i>

Devem ser consideradas as espécies e habitats protegidos no âmbito da legislação aplicável (Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, 2001, pág.16):

- *“Espécies de flora e fauna listadas nos anexos BII, BIV e BV do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de Abril, republicado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro”;*
- *“Todas as espécies de aves que ocorrem naturalmente no estado selvagem no território nacional, incluindo as espécies migratórias”;*
- *“Habitats naturais e seminaturais constantes no anexo B-I do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de Abril, republicado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro, com ocorrência comprovada em Portugal”;*
- *“Habitats de espécies incluídas nos anexos A-I, B-II e B-IV do Decreto-lei n.º140/99, de 24 de Abril, com a nova redação do Decreto-Lei n.º49/2005, de 24 de Fevereiro, que apresentem relevância para essas espécies (a identificar caso a caso, podendo recorrer-se a consulta ao ICNB<sup>3</sup> ou a peritos)”.*

Deve também ser dada especial atenção às áreas que apresentam concentrações importantes de espécies e habitat, como (Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, 2001, pág.16):

- *“Áreas que integram o Sistema Nacional de Áreas Classificadas estabelecido pelo Decreto-Lei 142/2008, de 24 de Julho, designadas por nelas ocorrerem habitats, espécies e seus habitats com estatuto de proteção”;*
- *“Outras áreas, que não se encontrando abrangidas por qualquer estatuto de proteção, reúnem populações significativas de espécies protegidas ou se considerem relevantes para a reprodução e repouso dessas espécies”.*

Já no caso da água, deve ser dada especial atenção às zonas classificadas como zonas protegidas, nos termos do disposto na Lei da Água (Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, 2001, pág.32):

- *“Zona designada por normativo próprio para a captação da água destinada ao consumo humano ou para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico”;*

---

<sup>3</sup> Atual ICNF (Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas).

- “*Massas de água designadas como águas de recreio incluindo as zonas designadas como zonas balneares*<sup>4</sup>”;
- “*Zonas designadas para a proteção de habitats e da fauna e da flora selvagens e a conservação das aves selvagens em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água seja um dos fatores importantes para a sua conservação, incluindo os sítios relevantes da Rede Natural 2000*”.

O regime de responsabilidade ambiental estabelece que quando o operador, no exercício da sua atividade, está perante uma ameaça ou um dano ambiental, deve atuar imediatamente com a aplicação de medidas de prevenção e reparação estabelecidas de acordo com os artigos 14.º, 15.º e 16.º do DL 147/2008. Se o operador detetar uma ameaça iminente de dano ambiental, da sua responsabilidade, deve “*adotar de imediato e independente de notificação, requerimento ou ato administrativo prévio, todas as medidas de prevenção necessárias e adequadas*”, em cumprimento do disposto no n.º1 do art.º 14.º, informar a APA, “*de todos os aspetos relacionados com a existência da ameaça iminente de danos ambientais verificada, das medidas de prevenção adotadas e do sucesso destas medidas da prevenção do dano*”, no âmbito do disposto no n.º4 do art.º 14.º, e ainda adotar as medidas de prevenção e fornecer informações adicionais quando expressamente exigido pela autoridade competente, nos termos do n.º5 do art.º 14.º (DL n.º 147/2008 de 29 de Julho).

A proposta da Comissão dá margem de decisão aos Estados-Membros de quando devem ser tomadas medidas por parte dos operadores, autoridades competentes ou terceiros em seu nome. De acordo com os princípios da subsidiariedade e proporcionalidade os Estados-Membros podem também tomar as suas decisões no que respeita aos dispositivos institucionais e processuais para atingirem os objetivos estabelecidos. Contudo, para harmonizar a base de trabalho e para que seja alcançada uma eficaz aplicação do regime de responsabilidade ambiental, a proposta determina algumas regras comuns sobre os objetivos de reparação e sobre o modo de identificação e seleção das medidas de reparação que melhor se adequem (Proposta de Diretiva do

---

<sup>4</sup> Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho.

Parlamento Europeu e do Conselho relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais).

O DL n.º147/2008 de 29 de Julho transpõe para o ordenamento jurídico português a Diretiva 2004/35/CE de 21 de Abril, instituindo o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais. Este normativo, em vigor desde 1 de Janeiro de 2010, sobre a Responsabilidade Ambiental das empresas propõe-se a assegurar a reparação dos danos causados ao ambiente, tendo por base a responsabilização financeira dos operadores. Às atividades ocupacionais constantes do anexo III do DL n.º 147/2008 de 29 de Julho, impõe-se também desde 1 de Janeiro de 2010, a constituição de uma ou mais garantias financeiras, através da subscrição de apólices de seguro, obtenção de garantias bancárias, da participação em fundos ambientais ou da constituição de fundos próprios, que lhes permitam assumir a responsabilidade ambiental inerente às atividade que desenvolvem, sendo que o valor desta constituição deve ser estabelecido com base na estimativa de custos das medidas de prevenção e reparação. Estabelece-se um regime de responsabilidade civil subjetiva e objetiva, em que os operadores-poluidores ficam obrigados a indemnizar os lesados pelos danos sofridos por via de um componente ambiental, e fixa-se um regime de responsabilidade administrativa que se destina a reparar os danos causados ao ambiente perante toda a coletividade (DL n.º 147/2008 de 29 de Julho).

A cobertura através das garantias financeiras é fundamental para garantir o cumprimento dos objetivos de um regime de sustentabilidade ambiental, uma vez que se constatou que a responsabilidade estrita levava muitas das vezes à delegação das atividades de produção arriscadas das empresas maiores em empresas mais pequenas, tentando fugir à responsabilidade. A disponibilidade de seguros e outras garantias reduz os riscos a que as empresas estão expostas, transferindo-os em parte para as seguradoras. A oferta de seguros para riscos ambientais, terá provavelmente um aumento gradual, especialmente se forem construídas cada vez mais e melhores técnicas de medição, aceites, para quantificar os danos ambientais, tornando-se a amplitude da responsabilidade mais fácil de prever. O desenvolvimento de critérios qualitativos e quantitativos fiáveis que permitam obter as melhores informações sobre os potenciais danos ambientais melhorará a segurança financeira e contribuirá para a sua viabilidade,

ainda que possa continuar a ser dispendioso, o que justifica uma abordagem cuidadosa no estabelecimento do regime de responsabilidade. O facto dos riscos ambientais estarem seguros, por mecanismos especiais, é também essencial para a segurança financeira, embora esteja dependente da segurança jurídica e da transparência que é assegurada pelo regime de responsabilidade, levando a que o sector financeiro tenha por isso uma abordagem gradual destas questões (Livro branco da responsabilidade ambiental, pág.26).

O regime jurídico preconizado pelo DL 147/2008 de 29 de Julho aplica-se a danos ambientais e ameaças iminentes desses danos, causados em resultado do exercício de uma qualquer atividade desenvolvida no âmbito de uma atividade económica, independentemente do seu carácter público ou privado, lucrativo ou não. No âmbito da responsabilidade subjetiva, quem com dolo ou mera culpa, ofender direitos ou interesses alheios por via da lesão de um componente ambiental fica obrigado a reparar os danos resultantes dessa ofensa. No âmbito da responsabilidade objetiva o operador que, independentemente da existência de dolo ou culpa causar um dano ambiental em virtude do exercício de qualquer das atividades ocupacionais enumeradas no anexo III do decreto-lei, ou uma ameaça iminente daqueles danos em resultado dessas atividades, é responsável pela adoção de medidas de prevenção e reparação dos danos ou ameaças causados (DL n.º 147/2008 de 29 de Julho).

Este regime de responsabilização, pressupõe o princípio fundamental de que o operador atue de modo imediato para controlar, conter, eliminar ou gerir os elementos de dano, de modo a confinar ou prevenir a ocorrência de ameaças ou danos ambientais, sendo igualmente responsável por comunicar às autoridades competentes todas as situações relevantes no contexto do presente regime e nos quais se incluem os descritores ambientais já enumerados (Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, 2011).

Com vista à redução dos riscos e à prevenção de incidentes que resultem em danos ambientais, deve ser em primeiro lugar garantido o cumprimento da legislação ambiental aplicável a cada uma das atividades, ou especificamente aos descritores ambientais ao abrigo deste regime. A gestão do risco associado a uma atividade pode



ser feita através de uma abordagem semelhante aos sistemas de gestão ambiental, com aplicação de um modelo do tipo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA)<sup>5</sup>, por isso podem ser paralelamente adotados mecanismos voluntários de gestão ambiental, como por exemplo o EMAS, ISO 14001 ou outras, cuja aplicação permite obter melhorias do desempenho ambiental e o cumprimento das disposições legais aplicáveis. A gestão de risco não é uma imposição legal mas este tipo de abordagem permite uma avaliação mais exata que pode traduzir-se em redução de custos associados à responsabilidade ambiental, nomeadamente em possíveis custos de prevenção e/ou reparação de danos ambientais e do valor de constituição das garantias financeiras (Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, 2011).

Este regime jurídico veio introduzir novos conceitos e abordagens que levaram a que a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), no seu papel de autoridade competente, elaborasse um guia de aplicação prática, que auxilia todos os agentes interessados na compreensão e aplicação do regime de responsabilidade ambiental, nomeadamente no cumprimento das suas obrigações e no apoio à tomada de decisões. As diretrizes preconizadas no guia para a avaliação das ameaças, definidas na alínea b) do n.º1 do art.11.º do diploma, e danos, nos termos do definido na alínea e) do n.º1 do art.11.º do diploma, tiveram por base os critérios já existentes e previstos na legislação de recursos hídricos, espécies e habitats. Assim é possível assegurar o cumprimento das disposições do diploma e da diretiva que o originou, e desta forma estabelecer critérios objetivos e equivalentes para os operadores dos diferentes Estados Membros (Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental, 2011).

O âmbito desta investigação enquadrou-se na Responsabilidade Ambiental (DL 147/2008, de 29 de Julho<sup>6</sup>. Este âmbito permitiu incluir na investigação aspetos relacionados com a Avaliação e Gestão Ambiental, nomeadamente em entidades onde os sistemas de gestão ambiental ISO 1400, EMAS ou Sistema de Gestão de Consumos

---

<sup>5</sup> Método de gestão iterativo que conta com o planeamento, execução, verificação e ação dos processos e/ou produtos com vista à melhoria contínua dos mesmos.

<sup>6</sup> Alterado pelo DL 245/2009, de 22 de Setembro e na Diretiva n.º 2004/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril.

Intensivos de Energia (SGCIE – DL n.º71/2008 de 15 de Abril) estavam implementados ou em curso e ainda entidades que se submeteram à realização de relatórios de sustentabilidade no âmbito do *Global Reporting Initiative* (GRI).

O objetivo do trabalho desenvolvido no âmbito da presente tese de mestrado foi estruturar e definir um procedimento de avaliação de risco e quantificação de custos ambientais, nomeadamente custos de prevenção e reparação, associados à ameaça iminente e aos danos ambientais causados por operadores de diferentes sectores de atividade. Pretende-se que o procedimento possibilite, numa ótica de custo-benefício, definir o tipo de garantia financeira mais adequada a cada empresa. Apesar de vários trabalhos terem sido desenvolvidos em torno deste tema, os mais simples genericamente abrangem a aplicação de uma metodologia concreta de avaliação de risco ou um determinado sector de atividade, alguns mais complexos aplicam métodos de modelação, de dispersão de poluentes ou até diferentes métodos estatísticos de análise. Estes são pontos diferenciadores do presente trabalho, em que se estruturou um procedimento que pretende ser mais transversal, fornecer as ferramentas necessárias para a avaliação e simultaneamente ser um modo de aplicação sistemático, simplificado e exequível do ponto de vista da disponibilidade de tempo e recursos, uma vez que se pretende que constitua um dos procedimentos de trabalho para as organizações ou para empresas de consultoria nesta área.

A relevância deste estudo está relacionada com a necessidade de sistematizar processos de avaliação de risco ambiental nas organizações, que embora não seja um requisito legal obrigatório, são fundamentais para suporte do processo no âmbito responsabilidade ambiental, além de serem uma ferramenta de suporte para a própria gestão de risco ambiental e para sistemas de gestão ambiental que possam ser simultaneamente implementados.

A dissertação começa com o Capítulo 1, a Introdução, onde se faz um breve enquadramento do estado do ambiente, uma síntese do regime de responsabilidade ambiental, e o modo como influencia os princípios de responsabilização dos operadores e agentes económicos em geral perante o ambiente.

O Capítulo 2 faz a revisão da literatura de diferentes autores, pesquisada no âmbito da Responsabilidade Ambiental (RA), incluindo metodologias de análise adotadas e integração de diferentes métodos para a contabilização dos riscos e custos associados a medidas de prevenção e reparação de danos ambientais. São também abordadas as vantagens e/ou fragilidades de alguns dos métodos adotados.

O Capítulo 3 da dissertação é composto pela Metodologia, que inclui a observação de três métodos diferentes de análise de risco e uma análise crítica às normas abordadas.

O Capítulo 4 apresenta os resultados. É constituído pela definição de um procedimento para avaliação de risco ambiental e definição da respetiva garantia financeira. Pretende-se que o procedimento possa ser aplicado a diferentes sectores de atividade, dando simultaneamente resposta à obrigação legal das organizações no âmbito do diploma legal da responsabilidade ambiental.

As principais conclusões e sugestões de investigações futuras estão definidas no Capítulo 5, com o qual termina o presente trabalho.

## Capítulo 2. Revisão da Literatura

Os recursos naturais têm sido indiscriminadamente usados ao longo dos anos, sem grandes preocupações com as consequências da sua utilização nem com os resíduos produzidos, ficando a resolução dos problemas ambientais restringida à remoção, diluição ou dispersão do efeito. Como consequência, tem-se verificado uma crescente degradação e contaminação dos recursos naturais, que independentemente do seu foco inicial podem ter efeitos globais, não imediatos e prolongados no tempo (Silva e Amaral, 2009). É precisamente o aumento da incidência da poluição ambiental e contaminação dos solos e o risco da constante interação entre as atividades humanas e o ambiente que acarretam muitas vezes consequências catastróficas que se tornaram uma preocupação pública, levantando questões de ordem legal, política e económica (Environmental risk and insurance, 2003).

A atividade industrial tem sido uma das principais fontes de poluição ambiental e depleção de recursos, apesar da sua reconhecida contribuição para o desenvolvimento e criação de riqueza. A identificação de alternativas nesta área torna-se um fator chave (Azapagic and Perdan, 2000 em Herva *et al.*, 2011) para uma produção sustentável que tenha em conta a conservação de energia, de recursos naturais e a minimização da poluição, ao mesmo tempo que tem em atenção a viabilidade económica, os benefícios sociais, assim como com a segurança e saúde envolvidas nos processos (Veleva and Ellenbecker, 2001 em Herva *et al.*, 2011). O governo de cada país tem também aqui um papel importante, na medida em que pode construir e aplicar instrumentos políticos de regulação, com o objetivo de reforçar o princípio do poluidor-pagador e assim integrar custos externos nos balanços e avaliações das organizações (Jasch, 2002).

A racionalização e as novas formas de minimizar utilização dos recursos, surgiram da maior preocupação com a qualidade ambiental e com o aparecimento de legislação mais rígida em diversos sectores, particularmente na indústria. Por outro lado, muitas das preocupações ambientais estão relacionadas com aspetos económicos, uma vez que a redução de materiais utilizados e da energia consumida estão ligados quer com aspetos económicos quer com melhorias ambientais. Estas preocupações ambientais fazem com que muitas organizações alterem as suas estratégias e adotem abordagens de gestão orientadas para o ambiente, com o objetivo de melhorar a sua performance através da

introdução de novas técnicas, que integrem os aspetos ambientais ao longo dos processos industriais (Silva e Amaral, 2009). A resposta aos novos requisitos ambientais e regulamentares, que era dada apenas pela aplicação de medidas corretivas, passou a ser encarada pelas organizações do ponto de vista da implementação de políticas de prevenção e tecnologias mais limpas, que não só conseguiriam melhorias ambientais como um aumento dos seus rendimentos (Azapagic and Perdan, 2000 em Herva *et al.*, 2011). A necessidade de um desenvolvimento mais sustentável das atividades económicas estimulou o debate sobre políticas e técnicas apropriadas com vista à melhoria do nível de proteção ambiental e preservação, desenvolvendo-se um aumento da preocupação sobre os efeitos dos eventos extremos, capazes de afetar as comunidades locais, a estabilidade económica e o crescimento (Environmental risk and insurance, 2003).

Os riscos ambientais são desafiantes, porque normalmente geram eventos que apresentam uma baixa probabilidade de ocorrência mas que podem originar consequências severas, cujas implicações financeiras para as atividades comerciais são enormes (Freeman, 2003), sendo que muitas vezes o problema inicial das organizações é a própria definição de custo ambiental e o que nele está efetivamente incluído (Jasch, 2002). Dependendo do âmbito, os custos ambientais podem incluir, por exemplo, custos de prevenção, eliminação, planeamento, controlo, alterações de ação e até reparação de danos ambientais que podem ocorrer nas organizações, sendo que em alguns casos se incluem também custos externos à organização. De um modo geral os custos ambientais incluem os custos internos, externos e todos os custos relacionados com os danos e proteção do ambiente (Jasch, 2002). Muitos destes custos não são nem monitorizados, nem estão totalmente registados ou associados às respetivas fases do processo produtivo, o que se pode traduzir numa distorção dos resultados da análise ambiental e na definição de medidas de melhoria e poupanças associadas (Jasch, 2002).

Assim, para ser possível uma avaliação de progresso e de potenciais poupanças dentro das organizações ao longo do tempo, podem ser adotados indicadores ambientais específicos para cada empresa, que funcionam como uma ferramenta importante no planeamento e controlo de influências ambientais, performance e custos. Estes indicadores são muitas vezes desencadeados pela existência de sistemas de gestão ambiental já implementados, como o caso do EMAS ou da ISO 14001. Este tipo de

indicadores pressupõem um compromisso assumido para a melhoria contínua da performance ambiental e são fundamentais na definição de objetivos, de reportes compreensíveis e na identificação de áreas de ação prioritárias, mas que não impõe o uso de indicadores *per se* (Jasch, 1999). Ainda assim, a definição de indicadores pode fornecer informação antecipatória que permita prevenir danos económicos, sociais e ambientais, evitando e reduzindo impactes na saúde humana e no ambiente (Erlandsoon and Tilman, 2009 em Herva *et al.*, 2011).

Dada a relevância do estabelecimento de indicadores, Herva *et al.* (2011) apresentaram uma revisão de indicadores ambientais desenvolvidos nos últimos anos que podem ser usados para abordagens orientadas para processos e produtos (Erlandsoon and Tilman, 2009 em Herva *et al.*, 2011). Aplicar o conceito global de desenvolvimento sustentável apresenta muitas vezes resultados vagos e ambíguos pelo que se torna importante o desenvolvimento e aplicação de indicadores adequados, que forneçam métricas essenciais ao nível da ação (Tibbs, 1999; Johnston *et al.*, 2007 em Herva *et al.*, 2011).

No caso particular do sector industrial os aspetos ambientais devem ser incorporados em todo o processo, desde o *design* dos produtos, passando pela fabricação e pela gestão da cadeia de valor, para prevenir consequências da utilização insustentável dos recursos e ainda dos impactes ambientais adversos (Herva *et al.*, 2011). Desta forma a elaboração de planos de gestão de risco que formulem respostas estratégicas viáveis, requerem a contribuição pró-ativa de todos os atores económicos envolvidos, nomeadamente o governo, entidades públicas, organizações internacionais, instituições financeiras e particulares (Environmental risk and insurance, 2003). Esta perspetiva, de incorporação dos aspetos ambientais em toda a cadeia, está relacionada com conceitos como ecologia industrial, produção limpa ou *design* para sustentabilidade ambiental, sendo que a última proposta de qualquer metodologia de avaliação da medição de desempenho deverá ser a alteração comportamental. De modo enviesado, muitas organizações vêem os relatórios ambientais como a estratégia em si mesma, em vez de como uma ferramenta para medir o seu progresso, descorando o facto de que uma métrica relevante, compreensível e confiável poder ter impacte nas escolhas dos consumidores e em última instância influenciar ações legislativas e regulatórias (Herva *et al.*, 2011). Os indicadores podem ser utilizados para descrever uma vasta quantidade de dados ambientais de uma organização, de modo compreensivo e conciso, sendo

muitas vezes aplicados para relacionar dados energéticos e materiais com outras variáveis de modo a aumentar o valor da informação de dados quantitativos disponíveis (Jasch, 1999). De modo simplificado a Agência Europeia de Ambiente (AEA) define um indicador ambiental como sendo um valor observável representativo de um fenómeno em estudo (AEA, 1999). Os indicadores quantificam informação, agregando diferentes e múltiplos dados necessários para obter informação confiável, podendo assim, ser utilizados para ilustrar e comunicar fenómenos complexos de forma simples, incluindo tendências e progresso ao longo de determinado período de tempo e devem fornecer informação sobre as principais características que afetam a adequação de produtos e processos do ponto de vista da sustentabilidade. Os indicadores ambientais têm os seguintes objetivos (Herva *et al.*, 2011):

- Comparar o desempenho ambiental ao longo do tempo;
- Potenciar a otimização do desempenho;
- Procurar alvos ambientais;
- Identificar oportunidades de redução de custos;
- Elaborar *benchmarking*;
- Funcionar como ferramenta de comunicação;
- Servir de instrumento para *feedback* de informação
- Fornecer suporte técnico para outros instrumentos regulatórios.

Os indicadores ambientais fornecem aos decisores uma visão de progresso relevante mas também realçam as áreas problemáticas (Jasch, 1999). O facto de se definirem indicadores e de existir um certo nível de standardização de uma metodologia, é normalmente o essencial para que esta se torne popular, assim, o apoio em referenciais e bases de dados aceites fornece transparência, confiança e comparabilidade aos indicadores. Estas características são importantes para as empresas que para além de medirem a sua performance ambiental, estão interessadas em reportar os seus resultados globais (Herva *et al.*, 2011).

Verifica-se que muitas vezes as pesquisas são focadas num determinado indicador, no qual os autores são mais especializados, e nos trabalhos desenvolvidos são aplicadas várias metodologias para avaliar a performance ambiental das organizações, o que faz com que possam não ser combinados os indicadores, com que possam ser ignorados ou semelhantes entre si, não se conseguindo atingir avaliações significativas e

compreensíveis (Herva *et al.*, 2011). O método para uma revisão inicial, na qual os dados relevantes dos aspetos e impactes ambientais (matéria-prima, energia, emissões, resíduos e ruído), requisitos legais e a organização da proteção ambiental local são analisados, varia consideravelmente desde simples listas de verificação a balanços elaborados. Os regulamentos EMAS e a ISO 14031, por exemplo, não discutem qualquer forma de recolha de dados nem o âmbito em que devem ser recolhidos, assim como que métodos devem ser utilizados para avaliação (Jasch, 1999). Talvez por isso, tendencialmente alguns dos indicadores tenham recebido mais atenção e tenham sido mais desenvolvidos ao longo dos últimos anos, como é o exemplo da pegada ecológica e da pegada carbónica, fruto da crescente discussão em torno das questões relacionadas com as alterações climáticas e gases com efeitos de estufa (GEE), bem como com os desafios tecnológicos, sociais e políticos que acarretam (Herva *et al.*, 2011).

De um modo geral, os indicadores podem dividir-se em categorias de indicadores de fluxos de material e energia, indicadores com dimensão territorial, indicadores ambientais de avaliação de ciclo de vida, indicadores de avaliação de risco ambiental, entre outros. Todos eles devem fornecer informação sobre as principais características que afetam a adequação dos produtos e dos processos sobre o ponto de vista da sustentabilidade e assim, podem ser considerados os seguintes (Herva *et al.*, 2011):

- Uso de energia por unidade de valor económico;
- Intensidade energética;
- Uso de materiais;
- Uso de água;
- Produção de resíduos;
- Impactes ambientais dos processos;
- Avaliação do risco ambiental.

Muitas questões ambientais, como a qualidade do ar, a deposição de resíduos sólidos, a deposição ácida e até as alterações globais do clima são causadas ou estão relacionadas com a produção, transformação e o uso da energia. O processo de análise energética tem em conta os diferentes processos e níveis do ciclo de vida do produto e soma os fluxos de energia utilizada em cada etapa do processo de produção. A sua utilização como indicador pode dar informação útil com vista à minimização dos fluxos energéticos que é importante para aumentar a sustentabilidade dos recursos utilizados. Em simultâneo é



necessário ter em conta a qualidade da energia, não esquecendo que um aumento da eficiência pode ajudar a alcançar segurança energética de forma ambientalmente aceitável permitindo a redução de emissões. Deste mesmo modo, os fluxos de materiais estão relacionados com os fluxos de entrada e de saída dos processos e podem ser otimizados para um aumento da eficiência (Herva *et al.*, 2011).

Outros dos indicadores largamente utilizados são a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Custo do Ciclo de Vida (CCV) para avaliar os impactes ambientais e custos das fases de ciclo de vida dos produtos, incluindo materiais, processos de fabrico, utilização e fim de vida. No entanto a ACV pode ser um custo acrescido para a empresa e estender-se demasiado no tempo, enquanto o CCV avalia apenas o custo financeiro e muitas vezes ignora o custo social e externo. Portanto, várias pesquisas tentaram estabelecer métodos simplificados de ACV ou integrar esta avaliação com os métodos de avaliação económica, de modo a incluir uma estimativa do custo social. Ainda assim, estes métodos ou são relativamente complexos e precisam de informação detalhada que nem sempre está disponível na fase de conceção, ou apenas integram algumas das fases do ciclo de vida do produto, além disso, a maioria dos métodos de ACV e de avaliação de custos, consideram apenas os valores da Disposição a Pagar (DAP) na categoria de danos na saúde humana, que é causada pela poluição convencional. Assim, alguns autores, nomeadamente Kaebernick *et al.*, (2007) propuseram uma metodologia que integra o modelo simplificado de ACV com os métodos mais usados de avaliação económica. A metodologia de ACV é considerada uma ferramenta sistemática de avaliação dos impactes ambientais que ocorrem ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, processo ou atividade, o que permite identificar, quantificar e avaliar todos os materiais, energia consumida e resíduos produzidos, desde a origem no material até à deposição dos resíduos. Esta metodologia foi a escolhida para desenvolver a metodologia integrada de Silva e Amaral (2009), para a qual a sua maior contribuição recai sobre a conceção da sua estrutura e fases. A avaliação ambiental foi simplificada, eliminando a caracterização e normalização já que para isto seria necessário um *software* específico, substituído pela matriz de risco, o que do ponto de vista da aplicabilidade foi uma vantagem da nova abordagem (Silva e Amaral, 2009).

A ACV é um dos exemplos de ferramentas de gestão que pode fornecer informação adicional às avaliações de performance ambiental, enquanto processo contínuo de

recolha e avaliação de dados e informação, que fornece uma avaliação atualizada da performance e das tendências ao longo do tempo (Jasch, 1999). Sendo a ACV uma ferramenta tão importante para avaliar os impactos ambientais e os recursos utilizados ao longo da vida de um produto ou processo desde a aquisição da matéria-prima, passando pela produção, até à sua deposição, foi desenvolvida uma norma ISO para fornecer um enquadramento, terminologias e algumas escolhas metodológicas. De acordo com o normativo, a ACV divide-se genericamente em quatro fases (Finnveden *et al.*, 2002):

- Definição do objetivo e do âmbito;
- Análise de inventário;
- Avaliação da magnitude e significância de potenciais impactos;
- Interpretação da análise de inventário e avaliação de impacto do ciclo de vida,

Teoricamente a ACV é uma avaliação ambiental compreensiva, na prática nem todos os tipos de efeitos ambientais são igualmente abrangidos, por exemplo, os efeitos associados com o uso do solo são tradicionalmente difíceis de aceder, apesar dos desenvolvimentos metodológicos (Finnveden *et al.*, 2002). As categorias dos impactos consideradas são frequentemente limitadas de acordo com o interesse do estudo, sendo que esta simplificação recai sobre os critérios subjetivos dos utilizadores da metodologia e pode levar a que sejam descartadas categorias de impacto relevantes. Além disto, a partir da ACV é difícil derivar a significância dos impactos ambientais medidos, isto é, um número de indicadores são obtidos para comparar opções operacionais, produtos, empresas, entre outros, ou para analisar séries temporais, mas as categorias dos impactos só podem ser comparadas se for conduzida uma etapa de normalização para a qual os fatores necessários são muitas vezes escassos ou referem-se a áreas geográficas genéricas, limitando a precisão dos resultados. A filosofia convencional que sobressai em aproximações ambientais da ACV refere-se a enquadramentos *cradle-to-grave*<sup>7</sup> embora nos últimos anos uma perspetiva *cradle-to-cradle*<sup>8</sup> tenha sido introduzida. Contudo quando se analisam sistemas particulares ou

---

<sup>7</sup> Avaliação do ciclo-de-vida feita desde a recolha da matéria-prima até à deposição e/ou reciclagem do material, passando por todo o processo de fabrico, transporte, utilização e até manutenções.

<sup>8</sup> Avaliação de ciclo-de-vida *cradle-to-grave* que termina na reutilização do material. Tipicamente trata-se de um ciclo fechado.

processos de produção, uma fronteira específica pode ser definida e pode ser levada a cabo, uma aproximação *gate-to-gate*<sup>9</sup>. A ACV tem sido largamente aplicada na avaliação ambiental dos processos e produtos, por se tratar de um índice que fornece uma medida integrada da significância ambiental de várias emissões reportadas pelas instalações industriais e sectores, licenciadas ao brigo do licenciamento da Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) (Herva *et al.*, 2011).

A metodologia integrada proposta por Silva e Amaral (2009) foi desenvolvida para dar resposta à necessidade de uma abordagem que simultaneamente avalie o impacte ambiental e os custos dos processos industriais. A proposta dos autores é baseada na metodologia de ACV e em modelos económicos que classificam as operações da empresa, previnem e recuperam as atividades, utilizando os custos como um método de distribuição dos recursos por essas mesmas atividades. Jasch em Silva e Amaral (2009) propôs também o modelo de Contabilidade de Gestão Ambiental, para o qual os resíduos representam a ineficiência do processo e têm um custo associado, portanto o cálculo dos custos ambientais deve incluir, não só os custos de deposição de resíduos mas também o valor do desperdício de material e o custo de produção de resíduos e emissões (Jasch, 2002). O objetivo passa por combinar a informação financeira, custos e balanços de massa de modo a aumentar a eficiência do processo e a reduzir corretamente impactes e custos ambientais. Durante a etapa de avaliação económica, são avaliados os custos ambientais de cada operação e na metodologia referida é adotado o conceito de custo ambiental associado às despesas com perda de material e custos operacionais associados que podem ter efeitos negativos no ambiente, o custo de tratamento de resíduos gerados no processo e os custos de investimentos realizados para prevenir problemas ambientais e melhorias no processo, os chamados custos de prevenção. O objetivo da avaliação económica é portanto identificar os processos operacionais responsáveis pelo maior custo de conceção, tratamento, deposição de resíduos e o custo de prevenção de impactes ambientais, que ao mesmo tempo permitem analisar a atitude da organização perante as questões ambientais (Silva e Amaral, 2009). Os custos ambientais dos produtos estão diretamente relacionados com o seu impacte ambiental, assim Kaebernick *et al.* (2007) propuseram também a aplicação de uma metodologia que estima os custos ambientais dos produtos durante as suas fases de

---

<sup>9</sup> Avaliação parcial do ciclo-de-vida que se dedica apenas a uma parte de toda a cadeia de produção.

conceção, integrando uma metodologia simplificada de ACV com métodos de avaliação económica, dando origem a uma nova metodologia que estima os indicadores de performance ambiental para cada fase do ciclo de vida do produto e obtém os valores de custo do método de avaliação económica mais apropriado.

O risco de poluição ambiental é o risco associado às atividades comerciais e industriais que podem afetar adversamente o ambiente e causar problemas de saúde humana, danos a propriedades, contaminação de recursos naturais e afetar a biodiversidade. Na maioria dos casos, nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), os operadores e responsáveis por essas atividades podem incorrer na responsabilidade legal pelas consequências da poluição ambiental gerada (Environmental risk and insurance, 2003). Assim, uma avaliação de risco ambiental pode também ser aplicada juntamente com a ACV (Burguess e Brennan em Silva e Amaral, 2009), já que consiste num índice de associação entre ocorrência/frequência e severidade, para cada potencial falha ao longo do processo, de modo a hierarquizar as situações críticas que requerem tratamento. No caso específico da avaliação de risco industrial e segurança dos seus processos, a Matriz de Risco é uma ferramenta muito aplicada com benefícios demonstrados, que podem inclusive ser alcançados nas questões ambientais (Slater e Jones em Silva e Amaral, 2009). Estruturalmente a metodologia proposta pode ser dividida em etapas, agrupadas em 3 grandes fases (Silva e Amaral, 2009):

*1ª Fase – Pré-análise:* constituição do grupo de suporte na organização, recolha de informação sobre a organização e elaboração de um questionário de pré-análise económica e ambiental;

*2ª Fase – Análise:* identificação das operações críticas no processo, principais impactes ambientais e custos associados;

*3ª Fase – Pós-análise:* construção de cenários para as operações críticas do processo com o objetivo de minimizar os impactes ambientais identificados e custos associados. Definição de um plano de ação para implementação de medidas de melhoria.

A matriz de risco ambiental é completada com base na discussão do grupo de apoio sobre severidade e ocorrência/frequência de cada intervenção. De acordo com estes dois

parâmetros e o diagrama de análise, é possível determinar o efeito da intervenção ambiental (Silva e Amaral, 2009).

Dado o aumento exponencial do nível de poluição e da quantidade de substâncias tóxicas libertadas no meio ambiente, têm sido desenvolvidas um conjunto de atividades no campo da Avaliação de Risco Ambiental (ARA), nomeadamente ao nível de organizações internacionais como a OCDE e a Organização Mundial de Saúde (OMS), que dão à avaliação formas muito diferentes, dependendo do âmbito e objetivo pretendidos, dos dados e recursos disponíveis. Além disto, algumas avaliações são retrospectivas, focando-se em desastres após o seu acontecimento, enquanto outras procuram prever danos futuros para a saúde humana e para o ambiente (Herva *et al.*, 2011).

Avaliação de risco é um termo abrangente que cobre muitos tipos diferentes de avaliação, sendo a palavra risco por si só problemática. Há por exemplo uma distinção entre avaliação de risco de substâncias químicas e avaliação de risco de acidentes. Enquanto a primeira pode incluir aspetos ambientais, a avaliação de risco de acidentes preocupa-se com a ocorrência de incidentes não planeados, como por exemplo as explosões e fogo. Na avaliação de risco de químicos, uma avaliação da exposição incluindo a descrição da natureza e tamanho dos alvos expostos, assim como a magnitude e duração da exposição, são combinadas com uma avaliação do efeito, no caso da avaliação de risco de incidentes, as suas consequências e a sua frequência são estimados. Há ainda a distinção dos riscos naturais, associados à ocorrência de desastres naturais como terremotos, inundações, furacões ou outras condições ambientais extremas que causam muitas vezes danos materiais de grande escala, assim como perdas económicas severas. Ainda que os eventos relacionados com o risco sejam caracterizados pelo seu potencial de consequências catastróficas, são estruturalmente diferentes do ponto de vista do segurador do risco e portanto devem ser tratados de modo diferenciado (Environmental risk and insurance, 2003).

Para a estimativa da frequência de ocorrência podem ser usados dados históricos, árvores de falhas e árvores de eventos. A avaliação de risco de incidentes é tipicamente feita prospetivamente para diferentes tipos de projetos e é tipicamente específica do local, já a avaliação de risco de substâncias químicas pode ser específica do local mas também mais independente para uma região ou nação. Podem ser feitas comparações

entre diferentes alternativas (qual a alternativa que apresenta o maior risco?) ou com um valor padrão (é o risco aceitável ou não?), sendo que as comparações podem ser internas a um sistema para identificar o maior risco. A avaliação de risco químico é tipicamente quantitativa e a de incidentes pode ser quantitativa ou qualitativa (Finnveden *et al.*, 2002).

A ARA é um processo estandardizado que permite estimar a magnitude, probabilidade e incerteza de efeitos adversos na saúde derivados da exposição a substâncias presentes no ambiente e compreende a identificação de perigos, avaliação da exposição e caracterização do risco. Os estudos de avaliação de risco cobrem diferentes áreas relacionadas com o campo corporativo, tais como cenários de reutilização de resíduos, derrame de substâncias perigosas de produtos ou exposição a químicos (Herva *et al.*, 2011).

A contabilidade de gestão financeira ambiental é fundamental do ponto de vista da informação que pode fornecer ao nível interno e aos *stakeholders*, nomeadamente parceiros, agências de *rating*, agências de regulação ambiental, entre outros, sobre a sua performance e os riscos associados a determinada atividade, quer sob o ponto de vista ambiental, quer financeiro (Jasch, 2005). À semelhança da metodologia da ACV, de acordo com os resultados obtidos durante a avaliação económica e ambiental, o processo produtivo pode ser analisado com mais detalhe. Neste sentido, a proposta de interpretação dos resultados é identificar as operações críticas do processo, considerando agora ambos os aspetos, ambientais e económicos, que permitam tirar conclusões relativas ao processo de produção e à organização, tais como (Silva e Amaral, 2009):

- Identificação dos principais impactes ambientais em diferentes condições de funcionamento;
- Associação dos impactes observados à formação de resíduos sólidos, efluentes líquidos ou emissões gasosas;
- Comparação dos custos de prevenção, tratamento, deposição e formação de resíduos;
- Verificação da correlação entre impactes e custos ambientais,

Com estes resultados, os pontos fracos dos processos de produção são identificados e são propostos os cenários de melhoria que são posteriormente apresentados ao

grupo de trabalho para finalizar a aplicação da metodologia integrada proposta. O grupo deve selecionar os cenários mais adaptados às suas necessidades, contanto que também preencham os objetivos inicialmente estabelecido e deve ser estruturado um plano de ação que permita a implementação dos cenários escolhidos, que contenha informação sobre (Silva e Amaral, 2009):

- O que deve ser feito;
- Quando será feito;
- Onde vão ser implementadas as ações;
- Porque é que estas ações vão ser implementadas;
- Quem é o responsável pelas ações;
- Como será implementada a ação para atingir os objetivos;
- Qual o custo ambiental da ação.

Ao contrário da ACV, a avaliação de risco fornece uma metodologia baseada na avaliação de diferentes cenários e eventos, processos de distribuição e transferência, caminhos de exposição, duração e frequência dos eventos que permite uma avaliação mais rigorosa e exaustiva. Embora este nível de precisão seja necessário quando se trata de danos para a saúde humana e ecossistemas, isto também requer estudos toxicológicos exaustivos que analisem a perigosidade de uma variedade de substâncias e os valores limite que devem ser permitidos, sendo que a avaliação pode precisar de integrar o risco de um inteiro ciclo de vida de um químico ou produto. Assim, a ACV e a ARA são ferramentas complementares que podem ser integradas, onde a primeira pode identificar “*hot spots*” que requeiram detalhes adicionais e níveis de certeza fornecidos pela ARA (Herva *et al.*, 2011).

Esta metodologia integrada pode ser utilizada em diversos sectores e operações industriais específicas, sendo a sua implementação facilitada se a informação for facilmente disponibilizada e estiver devidamente organizada (Silva e Amaral, 2009).

Como foi já referido, os indicadores de performance ambiental medem a performance no presente e no passado de uma organização representando uma quantidade vasta de dados, apresentados de modo conciso e compreensível, e compara-os com uma meta estabelecida. Podem ser utilizadas várias formas de pontuação para expressar a informação ambiental, mas há certos aspetos que dificilmente podem fazer parte de um indicador. Quando aplicada para avaliar a performance ambiental de um processo de

produção, é necessária uma análise mais exaustiva de todos os encargos ambientais, caso contrário o resultado reportado pode tornar-se enganoso e inútil quando comparados dois processos ou produtos do ponto de vista ambiental, por isso a avaliação de processos de produção ou produtos que impliquem a presença de poluentes tóxicos deve ser acompanhada de uma avaliação de risco. Também, quando é necessária uma análise mais detalhada, a ACV pode ser aplicada, embora possa ser substituída por qualquer indicador energético ou material, quando o problema em estudo estiver particularmente focado em algum destes temas (Herva *et al.*, 2011).

Uma metodologia integrada fornece uma ferramenta simples e transparente para estimar os indicadores de performance ambiental e os seus indicadores de custo social para todas as fases de ciclo de vida dos produtos (Kaebernick *et al.*, 2007). A avaliação ambiental estratégica (AAE) é uma ferramenta processual da qual fazem parte diferentes tipos de ferramentas analíticas que podem ser utilizadas na avaliação. Muitas ferramentas analíticas são apresentadas e a sua relação com a AAE é discutida, incluindo métodos para estudos futuros, avaliação de ciclo de vida, análise de risco, avaliação económica e aproximações multiatributos. É de notar que as ferramentas analíticas disponíveis cobrem primeiramente alguns tipos de impactes ambientais relacionados com emissões de poluentes, já que as ferramentas que cubram o impacto nos ecossistemas e paisagem são mais limitadas. Sugere-se que a AAE utilizada para apoiar uma escolha entre diferentes alternativas, necessite de mais métodos quantitativos, enquanto para a AAE utilizada para identificar aspetos críticos e sugerir estratégias de mitigação bastem apenas métodos qualitativos. O grau possível e desejável da especificidade local na avaliação pode influenciar a escolha dos métodos a aplicar (Finnveden *et al.*, 2002).

O principal objetivo da AAE é facilitar considerações atempadas e sistemáticas de potenciais impactes ambientais nas tomadas de decisão, tendo sido a sua crescente significância uma forma de suporte às tomadas de decisão manifestada pela Diretiva Europeia 2001/42/CE sobre a avaliação dos efeitos ambientais em certos planos e programas. Contudo, vários desafios têm de ser superados para fazer da AAE uma ferramenta efetiva, sendo que para isso, devem alcançar um certo número de critérios. A *International Association for Impact Assessment* (IAIA) em 1999, definiu que os critérios essenciais deveriam passar por: rigor, prática, relevância, rentabilidade,



eficiência, concentração, adaptação, participação, interdisciplinaridade, credibilidade, integração, transparência e sistematização. Estes critérios foram estabelecidos para a Avaliação de Impactes Ambientais (AIA) mas são também relevantes para a AAE (Finnveden *et al.*, 2002).

Na avaliação das fases da AAE, a execução de objetivos múltiplos e o *trade-off* entre diferentes objetivos deve ser analisado, processado e interpretado. No centro da avaliação económica no contexto da avaliação ambiental existe uma divergência entre o custo social e o custo privado no mercado, como resultado de determinada atividade, ou seja, existe uma externalidade ambiental negativa (Bojo *et al.*, 1992; Naturvardsverket, 1997; Begg *et al.*, 1987 em Finnveden *et al.*, 2002). As abordagens de avaliação podem ser agrupadas nas que usam mercados convencionais, mercados implícitos ou mercados artificiais (Bojo *et al.*, 1992 em Finnveden *et al.*, 2002). As avaliações de mercados convencionais incluem análise de alteração de produção, alteração nos ganhos, custos de substituição e despesas de prevenção. A avaliação de mercados implícitos estuda as preferências reveladas do comportamento e escolhas do consumidor, estes incluem as aproximações salários-risco, deslocações, valores de propriedade ou preços hedónicos. As avaliações de mercado artificial incluem as medidas das preferências do consumidor em situações hipotéticas como a medida da DAP ou Disposição a Receber (DAR), sendo estes por vezes referidos como métodos diretos. No contexto da AAE podem não estar disponíveis recursos para levar a cabo uma avaliação, em vez disso, será provavelmente necessário trabalhar com uma abordagem de benefícios de transferência, onde se utilizam resultados e dados de estudos já existentes e se ajustam estes à situação de decisão. Os ajustes podem ser feitos na fase de quantificação de impacto ou na fase de avaliação para diferenças na qualificação do recetor, como as estruturas, densidade, rendimentos e comportamento (Finnveden *et al.*, 2002).

A Diretiva Europeia relativa à RA no que diz respeito à prevenção e reparação de danos ambientais entrou em vigor em 2004 com o objetivo de estabelecer um enquadramento para a responsabilidade ambiental baseada no princípio do poluidor pagador, para prevenir e remediar danos ambientais. A Diretiva impõe responsabilidade ao operador de uma atividade ocupacional que crie danos significativos ao ambiente e complementa a legislação europeia existente relativa à conservação da natureza como o caso da Diretiva Aves e Diretiva Habitats (Ortega *et al.*, 2010). Embora o âmbito e natureza das

responsabilidades ambientais se tenham alterado ao longo do tempo e possa variar significativamente de jurisdição para jurisdição, salienta-se atualmente a responsabilidade referente a lesões corporais, danos materiais e prejuízos económicos causados pela poluição a terceiros, responsabilidade pelo custo das medidas de prevenção e reparação, incluindo o custo de limpeza do local poluído e responsabilidade por prejuízo ecológico, incluindo a redução da biodiversidade e outros danos causados aos recursos naturais. A proposta feita pela Comissão Europeia pretende estabelecer um enquadramento em que os danos ambientais sejam prevenidos ou remediados, esperando com isto alcançar melhorias ao nível dos padrões de proteção ambiental, em linha com o princípio do poluidor pagador e níveis eficientes de prevenção. A proposta estabelece que os estados membros devem incentivar (Environmental risk and insurance, 2003):

- A utilização de um seguro adequado ou outra forma de garantia financeira, para cobertura das obrigações no âmbito da diretiva;
- A criação de seguros ou outros instrumentos financeiros por parte dos operadores económicos e financeiros;

Apesar de os seguros privados não serem considerados uma forma simples a usar na complexa questão do risco ambiental têm certamente um papel decisivo neste contexto e por isso devem ser vistos pelos decisores como um instrumento chave entre as diferentes ferramentas disponíveis para a gestão de risco (Environmental risk and insurance, 2003).

O operador fica assim responsável pela reparação dos danos ambientais através de medidas de reparação primária, complementares e compensatórias tal como representado na Figura 1. A área B representa os serviços fornecidos pelas medidas compensatórias para além da *baseline* estabelecida, que deve ser pelo menos igual à área A, que representa as perdas intermédias dos serviços após o incidente. O objetivo da reparação primária é restaurar o dano, o objetivo da reparação complementar, que será aplicada no caso da reparação primária não restaurar completamente o dano, é fornecer um nível semelhante de recursos naturais e serviços ambientais num local alternativo. Porque nenhuma destas medidas compensa pela perda de serviços durante o período de restauração, são também necessárias medidas compensatórias de reparação para compensar pelas perdas provisórias dos recursos naturais e serviços com

recuperação pendente. Esta compensação consiste em melhorias adicionais no local afetado e no local alternativo (Ortega *et al.*, 2010).

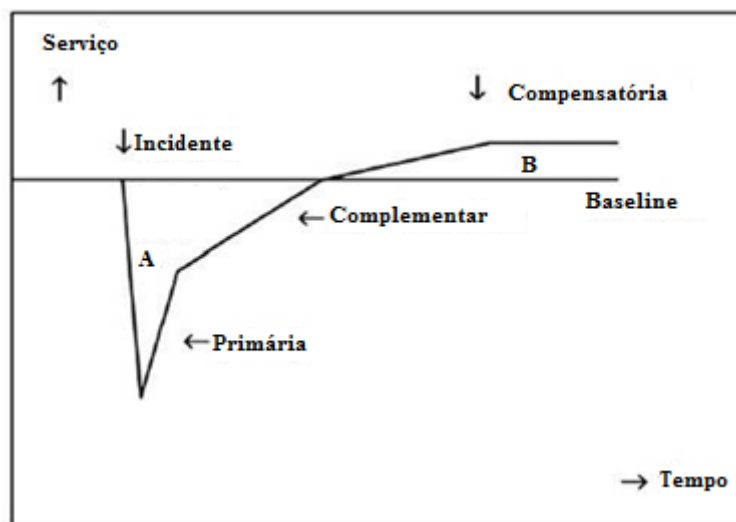


Figura 1 – Função de recuperação dos serviços dos recursos naturais e perdas intermédias (adaptado de Ortega *et al.*, 2010).

Sob este enquadramento legal as autoridades competentes têm de determinar a reparação compensatória que é necessária para compensar as perdas provisórias. Existe portanto a necessidade de desenvolver e testar métodos de equivalência adequados para avaliar a escala das medidas compensatórias. A Diretiva da RA favorece o uso do habitat e as abordagens de equivalência de recursos com base em indicadores biofísicos, mas também contempla o uso da avaliação económica. Os métodos de equivalência de valores de base, ao contrário de outros métodos, avaliam as implicações causadas pelos danos ambientais e reparação compensatória no bem-estar socioeconómico. Isto é muito importante no contexto da Diretiva RA, já que é seu objetivo garantir a recuperação e compensação dos serviços naturais que beneficiem não só outros recursos naturais mas também o público. Exemplos de casos que incluam medidas compensatórias na Europa incluem a construção de um porto marítimo próximo de dois locais da rede Natura 2000 nas ilhas Canárias, a expansão do aeroporto de Baden-Baden na Alemanha e a linha de caminho-de-ferro na Suécia. Também em Espanha, o alargamento do reservatório de La-Breña incluiu medidas compensatórias que visaram melhorar o habitat do Lince Ibérico. Exceto no caso Sueco, nenhum método equivalente foi aplicado para avaliar se o nível das compensações aplicadas pelas perdas foi suficiente (ou necessário) para

compensar o dano, e nenhum dos estudos incluiu considerações sobre o bem-estar humano (Ortega *et al.*, 2010).

Os projetos de proteção do ambiente têm efeitos na natureza mas também na vizinhança das instalações (ruído, odores e poluição em geral) e na saúde e segurança dos seus colaboradores. Esta proteção resulta numa redução do risco a que todos estão expostos em caso de acidente ou ocorrência de danos e por isso devem ser considerados todos os custos associados, cuja porção ambiental é muitas vezes difícil de determinar (Jasch, 2005). Surgem assim, por exemplo, os métodos de equivalência que se referem a uma recolha de diferentes abordagens que são utilizadas para determinar o tipo e quantidade de recursos e serviços perdidos como resultado de um dano ambiental, e o tipo e quantidade de ação necessária para compensar as perdas. Existem três abordagens principais: *service-to-service*, *resource-to-resource* e *value-to-value*. O método de equivalência *service-to-service* baseia-se na assunção de que se os serviços prestados por um recurso natural se perderem, na teoria o público pode ser compensado pela substituição do mesmo ou serviços similares, neste método a reparação é dimensionada de modo a que os ganhos do serviço fornecidos pela reparação de um certo *habitat* sejam iguais às perdas causadas pelo dano ambiental. A aplicação do método *resource-to-resource* é fundamentalmente semelhante à anterior, diferindo nas unidades de quantificação. Algumas limitações deste método estão relacionadas com o facto de o desenvolvimento de um habitat ou recurso restaurado, do mesmo tipo e quantidade que os que sofram dano, poderem não ser viáveis do ponto de vista ecológico ou rentáveis do ponto de vista económico, além disso, assumem uma relação linear entre a quantidade de habitat e recursos perdidos e o valor dos serviços perdidos. A terceira abordagem, *value-to-value*, baseia-se na compensação de *habitat* ou serviços perdidos por *habitats* ou serviços do mesmo valor monetário e permitem as considerações da heterogeneidade das preferências da população afetada. A Diretiva prescreve o uso da abordagem dos serviços dos recursos equivalentes, contudo, se isto não for possível, devem ser utilizadas alternativas de avaliação como por exemplo, as avaliações monetárias. Os serviços dos recursos naturais são definidos na Diretiva como as funções executadas por um recurso natural para benefício de outro recurso natural ou do público. Portanto, no contexto da Diretiva RA é necessário medir o valor socioeconómico dos serviços dos ecossistemas envolvidos com o uso das técnicas de

avaliação económica tendo em conta o facto de que os métodos de equivalência de recursos não incluem considerações sobre o bem-estar humano (Ortega *et al.*, 2010). A poluição ambiental é considerada perante a lei e a literatura económica como um custo externo de produção, como uma externalidade negativa, gerada pelas atividades industriais. A não ser que a completa internalização deste custo seja uma imposição legal, as atividades ambientalmente perigosas podem ser incentivadas a continuar a sua atividade mesmo que gerem resultados socialmente ineficientes, já que parte do seu custo recai sobre outrem. Foram já aferidas alternativas para a internalização das externalidades negativas causadas pela poluição e deve ter-se atenção a problemas de litígio de custos e situações de insolvência que podem ocorrer. Um regime de responsabilidade ambiental deve atingir níveis eficientes de compensação e detenção, ou seja, aplicando a teoria económica às políticas ambientais e o decreto do regime de responsabilidade em resposta às emergências ecológicas podem ser explicados como uma tentativa para alcançar dois objetivos importantes e interrelacionados:

- compensação por danos causados pela poluição;
- interrupção das atividades ineficientes, prevenindo assim a poluição.

Ao impor a completa internalização das externalidades negativas causadas, a responsabilidade estrita, força o potencial poluidor a considerar o nível de prevenção e o nível de atividade e portanto, isto gera incentivos ao comportamento eficiente. No que toca a compensações, a responsabilidade estrita oferece muitas vantagens comparada com os padrões de negligência, especialmente nos casos de poluição industrial. Por outro lado, a responsabilidade estrita é aceitável como uma forma de seguro, cujos beneficiários são as partes prejudicadas. Não é surpresa descobrir que este tipo de responsabilidade é estabelecido como a base para toda a nova legislação ambiental em muitos países da OCDE nos últimos anos e que a responsabilidade é geralmente imposta a detentores ou operadores de atividades perigosas (Environmental risk and insurance, 2003).

Uma atitude ambiental positiva resulta numa DAP significativamente mais elevada, como seria de esperar, a perceção do público sobre o dano causado sobre um descritor ambiental, tem um papel positivo para explicar as variações na DAP. O rendimento disponível das famílias tem uma influência significativa positiva na DAP, indicando que, como esperado, os grupos com maior rendimento disponível são capazes e estão

disponíveis a pagar mais do que grupos com rendimentos mais baixos, de modo semelhante os inquiridos que visitaram zonas afetadas estão significativamente mais dispostos a pagar do que os inquiridos que não visitaram a zona, embora ter visitado a zona afetada não influencie a DAP para prevenir danos futuros semelhantes (Ortega *et al.*, 2010).

A Diretiva RA requer o desenvolvimento de métodos de equivalência apropriados para avaliar a escala das medidas compensatórias necessárias para eliminar o dano ambiental (Ortega *et al.*, 2010), já que com a sua publicação do DL 147/2008 de 29 de Julho<sup>10</sup> foi introduzido no direito nacional o regime jurídico da responsabilidade por danos ambientais enquanto instrumento para a prevenção e reparação de danos causados ao ambiente, definindo obrigações específicas para os operadores abrangidos (Guia Avaliação de Dano e Ameaça Iminente – APA). Há a possibilidade de garantir a proteção direta do ambiente mantendo a responsabilidade do poluidor por todas as consequências danosas da sua atividade, incluindo os custos de limpeza e danos causados à biodiversidade e recursos naturais como o ar, água, solo, fauna e flora (dano ambiental ou dano ecológico). Em caso de poluição, portanto, o sistema legal obriga a parte responsável a pagar a compensação por qualquer tipo de dano causado ao ambiente, incluindo custos de reparação do local, independentemente de qualquer outro dano de propriedade, lesões corporais ou perdas económicas causados a terceiros pelo evento poluidor. Contudo, a escolha de um esquema de proteção direta introduz novos problemas, o mais importante dos quais está relacionado com a avaliação e quantificação monetária do dano ambiental ou dano ecológico (Environmental risk and insurance, 2003).

Embora favoreça a abordagem de uso do *habitat* e a equivalência de recursos, a avaliação económica presta um papel importante em casos de responsabilidade ambiental, principalmente porque os métodos de equivalências de recursos não têm em conta considerações sobre o bem-estar socioeconómico. A perda de bem-estar humano é essencial na noção de que os custos das perdas nos serviços dos ecossistemas têm de ser recuperados e quaisquer perdas intermédias compensadas. Isto é reconhecido pela Diretiva e encontra-se em linha com o paradigma aceite de serviços de ecossistemas como benefícios para o ser humano (Ortega *et al.*, 2010).

---

<sup>10</sup> Alterado pelo DL 245/2009 de 22 de Setembro e DL 29-A/2011 de 1 de Março.

A questão da quantificação é especialmente controversa no que diz respeito ao valor dos recursos naturais ou outros serviços ambientais que não podem ser completamente restaurados ou substituídos após a ocorrência do evento poluidor. Alguns dos critérios de avaliação monetária propostos, tais como o método de avaliação contingente ou o método do custo de viagens, podem ser extremamente subjetivos e podem levar a resultados quase imprevisíveis. Por outro lado, a definição de grupos que sejam responsabilizados pelos custos de reparação e pelos custos de limpeza dos recursos danificados, no local poluído e em torno deste, por um regime de proteção direta "limitada" parece ser uma opção mais praticável e viável. É importante dizer que nos últimos anos muitos países da OCDE, em vez de ou adicionalmente aos regimes de responsabilidade civil pela poluição ambiental, têm promulgado esquemas de lei pública que consistem em regras específicas com o objetivo de impor a obrigação de limpar locais contaminados sob a ameaça de sanções administrativas e/ou criminais (Environmental risk and insurance, 2003).

Embora bem conhecida na literatura científica, a aplicação prática de métodos de avaliação monetária para compensação de danos é ainda muito escassa na Europa e embora existam vários estudos que analisam as perdas por danos ambientais, as compensações foram pouco estudadas. Nos casos em que são fornecidos, os serviços adicionais não são percebidos pela população afetada como tendo eliminado o dano ambiental, mostrando o potencial *gap* entre compensação definida sob uma aproximação de um serviço físico e o bem-estar perdido, efetivamente experienciado pela sociedade. Um conhecimento mais acessível da perda de bem-estar causada por danos ambientais é importante para determinar as medidas de reparação compensatórias necessárias para eliminar as perdas intermédias. Informação insuficiente a este respeito pode levar à tomada de decisões erróneas causando perdas à sociedade, tendo a avaliação económica um papel importante complementando recursos e métodos de serviços equivalentes com a inclusão de considerações do bem-estar humano nas medidas compensatórias. As técnicas de preferências definidas também permitem a inclusão de valores não transacionáveis e heterogeneidade de preferências (Ortega *et al.*, 2010).

Os seguros são frequentemente utilizados como uma ferramenta de transferência do risco para outrem, o que pode ser uma vantagem, na medida em que pode encorajar as

organizações a reduzirem os prémios de seguro, investindo mais em medidas eficazes de redução dos riscos associados à sua atividade. Os decisores políticos têm vindo cada vez mais a explorar o uso dos seguros como uma ferramenta de gestão de risco ambiental, que é potenciada por determinados atributos, nomeadamente a sua capacidade de efetivamente expandir o risco; o seu papel na redução de variâncias; a sua capacidade de segregar o risco; o seu estímulo à implementação de medidas de redução do risco e finalmente a sua capacidade de monitorizar e controlar o comportamento do próprio risco (Freeman, 2003).

Dependendo da natureza dos riscos, da probabilidade das perdas, da magnitude das perdas e da capacidade de absorver as consequências económicas das mesmas, os agentes económicos podem ter diferentes atitudes perante o risco. Assumindo que está disponível toda a informação necessária e que pode ser calculado o valor real de um determinado risco, que permita a tomada de decisões de gestão do mesmo, os intervenientes podem ter diferentes posturas perante o risco. Os agentes económicos podem ser adversos ao risco se estiverem dispostos a pagar mais do que o valor real do risco de modo a transferir as consequências para outrem, podem preferir o risco se optarem por manter o risco de perda em vez de o transferir através do pagamento de uma quantia igual ao valor real, ou podem ser indiferentes ao risco se forem indiferentes às alternativas anteriores. É o facto de se ser adverso ao risco que gera a procura de seguros, e as companhias de seguros por sua vez, estão dispostas a assumir esse risco em troca de uma quantia monetária relativamente próxima do valor real do risco, designada como prémio de seguro. Isto acontece porque a lei dos grandes números os torna capazes de gerir tal risco de forma eficaz, tornando previsíveis, com razoável precisão, as reivindicações a serem pagas de ano para ano, o que significa que as companhias de seguros precisam de juntar um conjunto de riscos homogêneos mas independentes, de modo a tornarem-se neutros ao risco. Assim o funcionamento dos tradicionais mecanismos de seguros pode ser dividido em quatro fases: avaliação de risco, transferência de risco, *pooling* de risco e alocação de risco. A avaliação de risco é a avaliação geral dos riscos envolvidos que normalmente é elaborada com base em análises estatísticas e probabilísticas; a transferência de risco implica a passagem das suas consequências prejudiciais através do contrato de seguro, o *pooling* de risco permite a colocação do risco num conjunto de riscos homogêneos mas independentes



que permite ao segurador dispensar o risco e beneficiar da lei dos grandes números; finalmente a alocação do risco em que é definido o preço do risco através das técnicas de definição de prémios. Deve ter-se em atenção que à medida que aumenta a magnitude expectável das perdas, a capacidade financeira das seguradoras para as absorver pode ser severamente prejudicada, ou seja, a capacidade de seguro é limitada, uma vez que acima de certos limites de exposição financeira as próprias seguradoras tendem a ser adversas ao risco. O mecanismo de seguro descrito é capaz de cumprir a sua função corretamente sob condições específicas de risco e incerteza, o que significa que o argumento base é que o segurador deve possuir informação *ex ante* precisa sobre a probabilidade de ocorrência do evento do segurado, assim como da magnitude das suas consequências económicas. Sem esta informação o segurador não será capaz de calcular adequadamente o valor do prémio (Environmental risk and insurance, 2003).

Há duas condições essenciais que devem ser estabelecidas, antes do segurador estar predisposto a cobrir o risco de determinados eventos. Por um lado é necessário que haja capacidade de quantificar ou estimar as possibilidades de ocorrência de determinados eventos, assim como a extensão das perdas associadas e por outro lado a capacidade de estabelecer prémios para cada potencial cliente ou grupos de clientes, o que requer conhecimento sobre os riscos dos clientes em relação à população de potenciais segurados. Se estas condições forem satisfeitas o risco pode vir a ser considerado segurável mas ainda assim pode não ser rentável (Freeman, 2003). A segurabilidade de um risco depende de cálculos feitos com base em técnicas de seguros mas também do complexo processo de decisão de cada segurador que deve ter em conta várias considerações. Tais critérios contêm aspetos objetivos e subjetivos que não são independentes entre si. A avaliação da segurabilidade de um risco deve assim ter em conta (Environmental risk and insurance, 2003):

- Acessibilidade da informação;
- Aleatoriedade da ocorrência do incidente;
- Partilha do risco;
- Viabilidade económica.

Os riscos que não satisfaçam imediatamente estes critérios podem ser considerados pelos profissionais de risco como não seguráveis e portanto a cobertura do risco pode tornar-se indisponível no mercado (Environmental risk and insurance, 2003).

Os seguros são um instrumento de transferência do risco, que apresenta o benefício acrescido de encorajar aqueles que procuram proteção financeira a tomar medidas de redução de futuras perdas, desde que isto faça diminuir o seu prémio anual. São discutíveis e desafiantes as condições para tornar um risco segurável e o modo de obter dados suficientes para a sua quantificação. Além disto, o valor do prémio tem de ser suficientemente baixo para que seja atrativo para um grupo vasto de potenciais segurados e para que simultaneamente as seguradoras incorram nos custos de desenvolver e comercializar produtos compatíveis com este mercado (Freeman, 2003). Legislação, regulação e interpretações das condições de seguros podem também ser fatores relevantes para a cobertura ou não do risco, além de que a avaliação e classificação do risco a ser transferido deve ter por base informação detalhada e dados técnicos. As incertezas generalizadas e assimétricas influenciam a segurabilidade do risco, já que o âmbito e disponibilidade da cobertura do risco no mercado, assim como a disposição de potenciais segurados para comprarem coberturas, podem ser percebidas como muito dispendiosas. De outro modo, regras ambientais e regulação bem desenhadas e definidas produzem perdas previsíveis e podem alimentar o desenvolvimento de um mercado efetivo de seguros de poluição ambiental. Barreiras regulatórias à livre determinação dos níveis de prémios e às condições de cobertura podem conter a disposição das operadoras de seguros à entrada no mercado para riscos relacionados com o ambiente. A capacidade do mercado para a cobertura do risco de poluição ambiental é limitada, devido às características legais e fatuais do risco e ao potencial para consequências catastróficas. No entanto, é interessante notar que em alguns países europeus como França, Itália, Espanha e Países Baixos, as companhias de seguros formaram *pools* de modo a agregar a sua capacidade, permitindo desenvolver novos produtos de seguros, partilhar informação e dados estatísticos. Nos últimos anos os participantes no sector dos seguros começaram a ter um papel mais ativo na área ambiental, manifestando as suas preocupações e interesses e comprometendo-se com os Princípios do Desenvolvimento Sustentável afirmados em 1992 na Declaração de Ambiente e Desenvolvimento do Rio. Nos princípios de desenvolvimento sustentável postulados é irrefutavelmente reconhecido e traduzido um compromisso para com a proteção ambiental através de práticas de seguros, estratégias de gestão de risco e prevenção de perdas (Environmental risk and insurance, 2003).

Os autores abordados apresentam, de certo modo, uma linha orientadora semelhante que valoriza a melhoria contínua e uma melhor gestão dos processos, apresentando diferenças na metodologia e indicadores que cada um apresenta como os mais adequados. O ponto diferenciador com o trabalho desenvolvido na presente dissertação é que não é escolhida uma metodologia única e a uma situação particular, nem foi valorizado apenas um ou outro indicador, pretendeu-se antes utilizar um conjunto de *inputs*, de natureza ambiental e económica, que permitiram construir um procedimento de avaliação do risco ambiental que pode ser aplicado a diferentes sectores de atividade e que embora possa sofrer ajustes, fruto da natureza da organização em estudo, servirá como uma base para a melhor gestão da vertente ambiental.

## Capítulo 3. Metodologia de Investigação

### 3.1. Metodologia

Para a construção do procedimento a implementar na avaliação de risco e quantificação de custos ambientais, foi seguido o processo ilustrado na Figura 2.

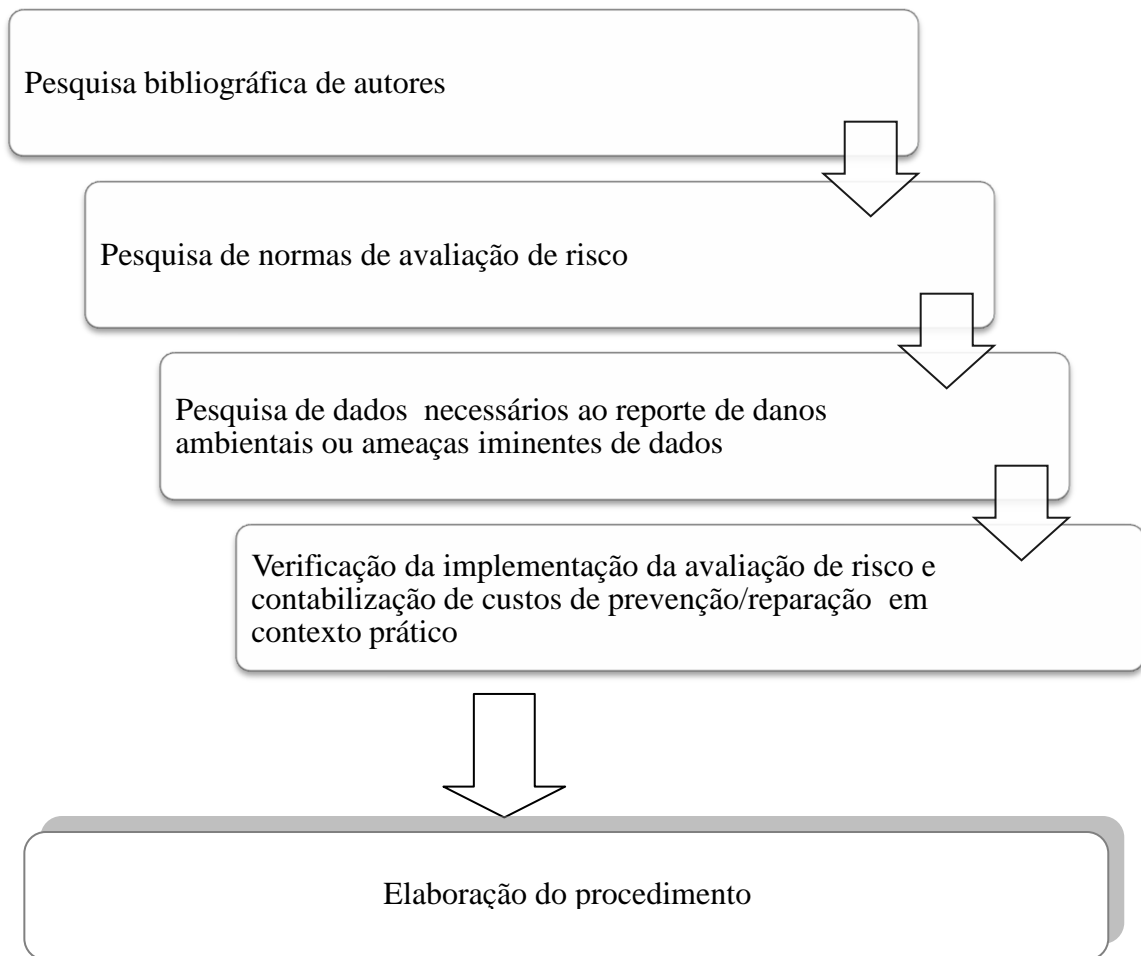


Figura 2 – Processo de elaboração do procedimento de avaliação de risco e quantificação de custos.

O processo iniciou-se com a pesquisa bibliográfica de autores e de normas já existentes para aplicação em casos similares. Esta pesquisa inicial permitiu perceber vários pontos de vista e identificar pontos semelhantes das diferentes abordagens, o que possibilitou o reconhecimento de linhas orientadoras fundamentais quando se está perante um processo de avaliação. As metodologias descritas abaixo, no ponto 2.1, são metodologias aplicadas em casos similares de avaliação e possibilitaram o entendimento de diferentes modos de agregação dos dados e indicadores disponíveis. Além disto, as

matrizes de avaliação de risco utilizadas no procedimento construído foram baseadas numa das metodologias apresentadas (norma MIL-STD-882E), por se entender que na falta de dados próprios e históricos, melhor se podem adaptar adiferentes atividades económicas que venham a ser analisadas.

Num terceiro momento, foi feita uma pesquisa de dados nacionais indispensáveis para o reporte de danos ambientais e/ou ameaça de danos da APA o que permitiu perceber qual a informação indispensável, de que modo os dados se interligam e como podem contribuir para a avaliação final. Foi ainda possível avaliar que tipos de constrangimentos podem surgir nas diferentes fases da avaliação.

Este processo permitiu agregar um conjunto de dados, que devidamente estudados e estruturados permitiram a construção de um procedimento integrado, que pode ser aplicado à avaliação de risco em diferentes sectores de atividade, como se apresenta no Capítulo 3 do presente trabalho.

### **3.1.1 Descrição de normas de avaliação de risco**

Este capítulo apresenta uma síntese das normas de avaliação de risco identificadas ao longo da pesquisa para a elaboração da presente dissertação. No âmbito deste trabalho foram assim abordadas as seguintes normas:

- Nota técnica NTP330 sobre avaliação de riscos de acidentes na qual se baseia o Método de Análise de Riscos e Acidentes de Trabalho (MARAT);
- Norma UNE 150008 sobre análise e avaliação do risco ambiental;
- Norma MIL-STD-882E.

#### **NTP330 e MARAT**

O sistema simplificado de avaliação de riscos de acidentes apresentado na nota técnica NTP330, em que se baseia a norma MARAT é um sistema que quantifica a magnitude dos riscos existentes de modo a estabelecer uma ordem de prioridades de ação e correção dos mesmos. São avaliadas as fragilidades do local de trabalho de modo a estimar a probabilidade de ocorrência de incidentes e a magnitude das suas consequências para avaliar o risco associado a cada falha.

Este método é apenas orientador, podendo comparar-se a probabilidade de uma falha detetada com o nível de probabilidade estimado a partir métodos como informação

histórica de acidentes e métodos estatísticos. Este é um método simplificado por isso em vez de serem utilizados valores absolutos, são usadas escalas com níveis de risco, probabilidade e consequência, o que torna significativa a escolha do número de níveis a utilizar para que não se torne difícil distinguir diferentes situações ou localizar o nível adequado.

Este método considera que o nível de probabilidade é função do nível de deficiência e da frequência ou do nível de exposição. O nível de deficiência é caracterizado como sendo a magnitude da relação entre os fatores de risco considerados e a sua relação causal com o possível acidente, o nível de exposição é definido como a medida da frequência com que se dá a exposição ao risco.

O nível de risco (NR) é definido em função do nível de probabilidade (NP) e do nível de consequência (NC).

$$NR = NP \times NC$$

Para o cálculo final do risco, este método compreende várias etapas de atuação (NTP330, pág.3):

- *“Apreciação sobre a análise de risco;*
- *Elaboração do questionário de triagem dos fatores de risco que possibilitam a sua realização;*
- *Atribuição do nível de importância a cada um dos fatores de risco;*
- *Preenchimento do questionário de triagem no local de trabalho e estimação da exposição e consequências normalmente esperadas;*
- *Estimação do nível de deficiência do questionário aplicado;*
- *Estimação do nível de probabilidade a partir do nível de deficiência e do nível de exposição;*
- *Comparação do nível de probabilidade obtido com dados históricos disponíveis;*
- *Estimação do nível de risco a partir do nível de probabilidade e de consequência;*
- *Estabelecimento dos níveis de intervenção considerando os resultados obtidos e a sua justificação sócio-económica;*
- *Comparação dos resultados obtidos com os estimados a partir de fontes de informação precisas e da experiência.”*

A norma sugere que após a obtenção dos dados da valoração do risco, estes devem ser comparados com dados históricos de outros estudos realizados. Deste modo será possível obter uma precisão sobre o resultado, o que permite fazer uma análise da evolução do mesmo e ainda avaliar se as medidas corretivas se mostraram adequadas, desde a sua aplicação.

### **UNE 150008**

Os aspetos ambientais do risco têm-se tornado cada vez mais relevantes e o próprio conceito de risco, enquanto instrumento de gestão ambiental, tem assumido uma crescente importância quer ao nível de estudos ambientais quer ao nível das autorizações de instalações industriais. Reconhecendo o conceito de risco e a sua ligação à responsabilidade dos promotores de certas atividades perante possíveis danos ambientais, a Diretiva da Responsabilidade Ambiental, sugere a aplicação de procedimentos de avaliação de risco ambiental.

Deste modo, no âmbito normativo surge como ferramenta a Norma UNE 150008:2000 e posteriores revisões, relativa à Análise e Avaliação do Risco Ambiental, que preenche a necessidade da existência de uma metodologia comum a diferentes sectores de atividade, que disponibilize orientações para a identificação, análise e avaliação dos riscos ambientais. Tal como a norma anterior, esta norma baseia-se na determinação das probabilidades de ocorrência de incidentes ambientais, dando indicações para a avaliação de riscos de diferentes cenários. Esta Norma é aplicável a locais, atividades e organizações de qualquer natureza e sector produtivo, no seu todo ou em unidades específicas e serve de referência para a elaboração de informação nas fases de desenho, construção, arranque, operação e desmantelamento.

Os objetivos desta Norma passam por fazer uma descrição do método para análise e avaliação do risco ambiental, estabelecer uma base para a gestão eficaz do risco e facilitar a tomada de decisões dentro das organizações.

A Norma UNE 150008:2008 define o risco ambiental como sendo uma função que relaciona a probabilidade de ocorrência de um determinado cenário de acidente e as consequências negativas do mesmo sobre o meio natural, humano e socioeconómico. O processo de identificação, avaliação e gestão do risco ambiental é iterativo e desenvolve-se nas seguintes fases (Figura 3):

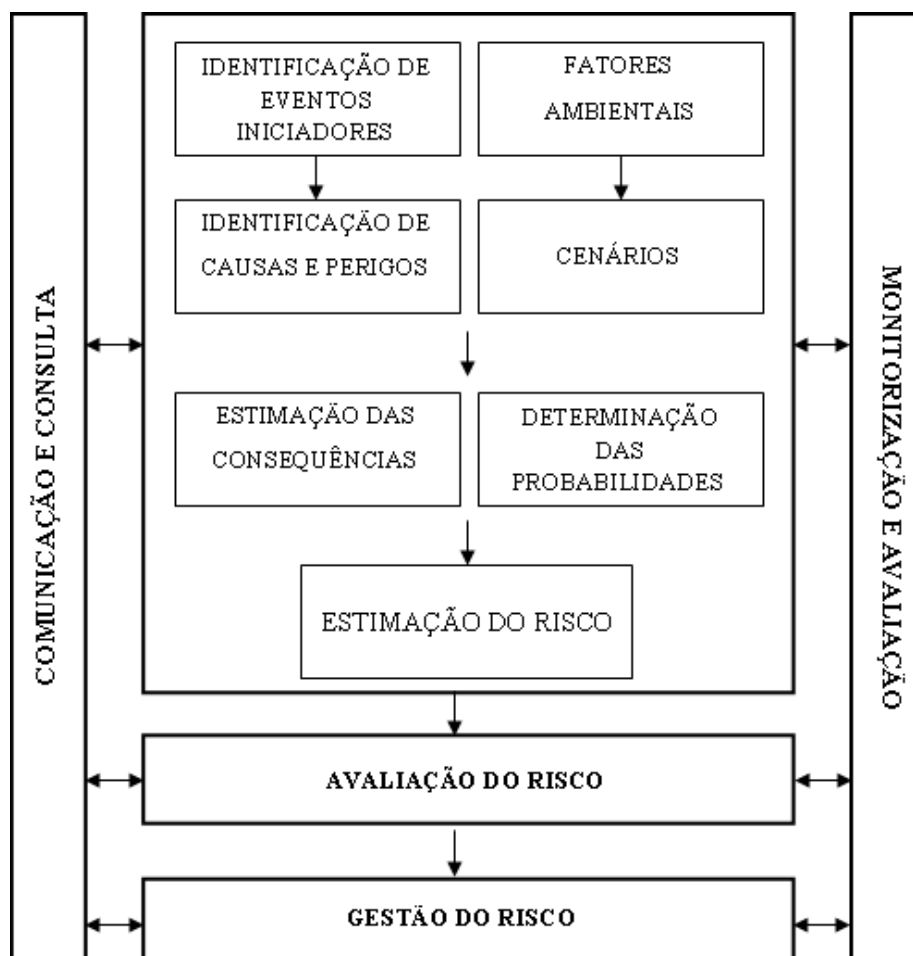


Figura 3 – Esquema adaptado da Norma UNE 150008:2008.

A presente Norma prevê também que sejam aplicados mecanismos de financiamento que suprimam os custos resultantes das consequências da ocorrência de riscos, considerando para o efeito técnicas de retenção e transferência financeira ou a combinação de ambas. A retenção financeira considera a imputação de custos diretamente à conta de resultados ou a uma provisão para o efeito, ou medidas externas como o caso das obrigações, garantias ou depósitos. A transferência financeira inclui a subscrição de seguros e as garantias de fundos de compensação ou uma combinação de ambas, que muitas vezes se mostra como a alternativa economicamente mais eficiente, assumindo a empresa uma parte do risco e transferindo outra parte, garantindo assim a continuidade da atividade após a ocorrência de danos.

As suas etapas para aplicação deste método passam pela (UNE 150008):

- Descrição das instalações e processos envolvidos;



- Identificação de todos os perigos ambientais, processos ou substâncias perigosas relacionadas com a atividade em causa e identificação das características do meio onde esta se desenvolve;
- Identificação dos eventos iniciadores e dos cenários mais relevantes;
- Análise de risco, através da identificação dos perigos, diagnóstico do meio e estimação das consequências;
- Avaliação de risco partindo do valor obtido, a partir do qual se emite um juízo sobre a tolerabilidade do risco em análise;
- Análise da gravidade das consequências e avaliação de risco ambiental em cada um deles;
- Identificação das possíveis medidas corretivas com vista à redução dos níveis de risco ambiental.

As fontes de perigo que são objeto de estudo nesta norma estão relacionadas com o fator humano, com as atividades, as instalações e elementos externos às instalações. O fator humano pode acarretar perigos de cariz organizacional provenientes da estrutura, procedimentos, comunicação, condições ambientais do posto de trabalho, entre outros, e abrange outro tipo de perigos, de cariz individual, ligados à formação, ao treino, aos erros humanos, entre outros. Os perigos relacionados com a especificidade das atividades e instalações são diversos e podem ocorrer no armazenamento, nos processos e instalações de produção, e ainda nos processos e instalações auxiliares, podendo por isso surgir perigos relacionados com matérias-primas, combustíveis, produtos, equipamentos, manuseamento de substâncias, condições do meio, condições do processo, gestão das manutenções, produção de frio/calor, proteção contra incêndios, tratamento de água, instalações de prevenção e tratamento de águas residuais, emissões atmosféricas, armazenamento e tratamento de resíduos, ruído e vibrações, entre outros. Os elementos externos às instalações, que são também alvo de avaliação e diagnóstico, também podem acarretar riscos, que podem ser naturais, ao nível das infraestruturas e abastecimento, socioeconómicos ou riscos provenientes das características das instalações vizinhas.

A presente norma prevê que após a identificação dos perigos, se devem identificar os eventos iniciadores, ou seja, os eventos passíveis de gerar um incidente ou acidente

dependendo de qual seja a sua evolução no tempo e no espaço. A identificação dos eventos iniciadores, permite determinar as suas causas, assim como estabelecer cenários mais exatos quanto às suas consequências, facilitando a própria gestão do risco.

Para os cenários que forem considerados significativos deve ser feita a contabilização do custo de reparação primária, ou seja, a contabilização dos custos que devolvam os recursos e serviços ambientais ao seu estágio básico. Os ecossistemas imediatamente recuperáveis incluem o custo de controlo, limpeza e recuperação, aos ecossistemas recuperáveis de forma não imediata acrescem os custos das medidas compensatórias. No caso extremo de recetores irrecuperáveis, devem ser considerados os custos de controlo, limpeza e medidas compensatórias.

Esta norma considera:

$$\text{Risco} = \text{Probabilidade final do cenário} \times \text{Gravidade de consequências.}$$

Deve ser feita a seleção dos riscos de menor custo, que em conjunto agrupem 95% do risco total identificado. A partir daqui deve ser estabelecida como proposta de quantia para a garantia financeira, o valor de dano ambiental mais elevado entre os selecionados.

### **MIL-STD-882E**

Esta norma aprovada e utilizada pelo departamento de Defesa dos Estados Unidos da América é uma ferramenta essencial que, à semelhança das anteriores, fornece um método para identificação, classificação e mitigação de perigos.

Além do compromisso de proteger o seu pessoal de acidentes mortais, ferimentos, doenças ocupacionais e salvaguardar o sistema de defesa, infraestruturas e propriedades da destruição accidental ou danos na execução das suas missões, o Departamento de Defesa pretende com isto assegurar que a qualidade do ambiente está também protegida. O objetivo deste Departamento é expandir a utilização desta metodologia de sistema de segurança para integração com a gestão de risco, dentro dos seus processos do Sistema de Engenharia e não responder aos perigos apenas como simples considerações operacionais.

O âmbito desta norma aplica-se a perigos identificados nos processos, produtos, equipamentos e infraestruturas (*hardware e software*) desde o seu *design*, passando pelo desenvolvimento, teste, produção, utilização e finalmente a deposição.

Os requisitos devem permitir a identificação e gestão de perigos, bem como dos seus riscos associados durante o desenvolvimento do sistema e das atividades. Assim, o processo é constituído genericamente por 8 etapas (MIL-STD-882E, págs.9-14):

- “*Documentação do sistema*” - identificar os requisitos aplicáveis e assegurar a sua inclusão nas especificações do sistema; definir do modo como os perigos e os seus riscos associados são aceites pelas autoridades competentes; documentar dos perigos;
- “*Identificação e documentação dos perigos*” – identificar os perigos através de um processo sistemático que inclui *hardware e software*, interface de sistemas e aplicações e ambiente operacional. São considerados e utilizados os dados de acidentes, dados de saúde ocupacional e de ambiente, uso de características físicas, competências e ainda uso do conhecimento adquirido a partir de sistemas semelhantes. A identificação dos perigos deve considerar todo o ciclo de vida do sistema e os potenciais impactes para pessoas, infraestruturas, sistema de defesa, público em geral e para o ambiente;
- “*Avaliação e documentação do risco*” – avaliar os impactes e as perdas utilizando as definições das categorias de severidade e nível de probabilidade, constantes das tabelas do Anexo 3 do presente relatório. A utilização de dados representativos que definam a frequência ou a taxa de ocorrência de um dado perigo é preferível em relação a análises qualitativas. Na falta de dados quantitativos torna-se necessário e mais apropriado confiar nos dados qualitativos apresentados nas tabelas, a não ser que existam alternativas definidas à medida e formalmente aprovadas;
- “*Identificação e documentação das medidas de mitigação do risco*” - a mitigação do risco deve ser identificada e deve ser estimada e documentada a redução do risco pela aplicação das alternativas propostas. O principal objetivo deve ser, sempre que possível, a eliminação do perigo, caso tal não seja possível o risco associado deve ser reduzido ao nível aceitável mais baixo dentro das restrições de custos, programação e desempenho da aplicação do sistema;
- “*Redução do risco*” – seleção e implementação das medidas de mitigação para alcançar um nível de risco aceitável, para isso, devem ser considerados e

avaliados os custos, a viabilidade e a eficácia do método como parte do processo;

- “*Verificação, validação e documentação da redução do risco*” - verificação da implementação e validação da eficácia de todas as medidas de mitigação selecionadas através de uma análise apropriada, de testes, demonstrações ou inspeções;
- “*Aceitação e documentação do risco*” – aceitação do risco antes de expor pessoas, equipamentos ou o ambiente a sistemas relacionados com os perigos. A configuração do sistema e a documentação associada que suporta a decisão de aceitação formal do risco devem ser fornecidas ao Estado para retenção durante a vida do sistema;
- “*Gestão do risco*” – utilização do sistema ao longo do seu ciclo de vida, incluindo qualquer alteração que abranja interfaces, utilizadores, *hardware e software*, dados de acidentes, missões ou perfis e dados de sistemas de saúde, entre outros. Os responsáveis pelo programa e a comunidade devem manter uma comunicação para colaborar, identificar e gerir novos perigos e riscos.

### **3.1.2 Análise crítica das normas abordadas**

A norma MARAT apresenta uma estruturação sistemática e simples de todo o processo de avaliação de risco. As etapas de atuação são semelhantes a outros métodos apresentados mas distinguem-se pelo facto de serem mais voltadas para questões relacionadas com o risco de acidentes de trabalho, não estando tão focada nos riscos de cariz ambiental.

A UNE 150008 adota um processo iterativo de identificação, avaliação e gestão do risco ambiental que se desenvolve por diferentes fases, permitindo uma constante melhoria contínua e um grande paralelismo e interação com outras normas, nomeadamente normas de gestão ambiental como a ISO 14001 e EMAS. A estruturação inicial da informação, o reconhecimento de perigos e a identificação das medidas de atuação, são muito completas nesta norma, mas a sua aplicação completa implica a existência de dados históricos ou de uma grande quantidade de dados económicos, sociais e ambientais, que na maioria das vezes não se encontram disponíveis nas organizações, ou não se encontram devidamente estruturados para utilização.

No caso da metodologia MIL-STD-882E, esta apresenta um cálculo do risco simplificado no que diz respeito às matrizes utilizadas, contudo a extensão da metodologia implicaria a utilização de uma matriz de *software* de controlo, o que a tornaria mais complexa e, neste caso particular, poderia produzir resultados enviesados dada a calibração do sistema para o qual foi desenhada.

Até à data, de acordo com pesquisas efetuadas e de acordo com informação de entidades contactadas para o efeito (APA, Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente - SEPNA), não existia base de dados nacional relacionada com sinistros ambientais no âmbito da aplicação do diploma. Existem contudo, bases de dados internacionais para consulta que contêm informação sobre acidentes industriais graves, nomeadamente:

- MARS (*Major Accident Report System*), gerida por MAHB (*Major Accident Hazards Bureau*) da Comissão Europeia;
- ARIA (*Analyse, Recherche et Information sur les Accidents*), desenvolvida pelo Ministério da Ecologia, Energia, Desenvolvimento Sustentável e Ordenamento do Território de França;
- FACTS (*Failure and Accidents Technical Information System*), desenvolvida pela organização TNO *Institute for Environmental Sciences* (Holanda);
- MHIDAS (*Major Hazard Incident Data Service*), disponibilizada pelo serviço de Saúde e Segurança do Reino Unido.

É de referir que a consulta e recolha de informação destas bases de dados devem ter em consideração as características específicas da instalação em análise e que, caso a instalação disponha de um registo próprio de situações de incidentes ocorridos ao longo do tempo, pode ser considerada esta informação.

Nesta tese foi utilizada uma metodologia que integra uma sistematização da informação baseada na UNE 150008 e a aplicação das matrizes baseadas na MIL-STD-882E. Não foi utilizada qualquer base de dados, uma vez que se pretende que esta metodologia seja parte de um procedimento aplicável a diferentes atividades, além de que se considera ser preferível a utilização de informação interna à organização e a criação de históricos próprios, até que sejam criadas bases nacionais. Não foram igualmente utilizados programas de modelação, de dispersão de poluentes ou outros, porque uma vez mais se pretendeu estruturar uma metodologia simplificada, de fácil implementação nas

organizações e que tenha em consideração a limitação de recursos, muitas vezes existente.

Entendeu-se no presente trabalho que integrar a abordagem de diferentes metodologias, permite definir um método mais adequado para a avaliação de risco e permite interligá-lo mais facilmente com outros sistemas que estejam ou venham a estar implementados nas organizações onde este processo possa vir a ser implementado.

## Capítulo 4. Resultados

Este capítulo enunciado como resultado da dissertação, pretende apresentar um procedimento para avaliação de riscos ambientais e quantificação de custos de prevenção e reparação associados à ameaça iminente e aos danos ambientais, causados por operadores de diferentes sectores de atividade. Pretende-se que o procedimento proposto possa ser implementado pelas próprias organizações ou por equipas de consultoria externa e que tenha uma aplicação prática, transversal a diferentes sectores, dando resposta aos requisitos do Decreto-Lei n.º147/2008 de 29 de Julho no âmbito da responsabilidade ambiental e que possibilite, numa ótica de custo-benefício, a definição do tipo de garantia financeira mais adequada a cada organização. Pretende-se ainda que o procedimento elaborado para a aplicação da metodologia de avaliação de risco sirva de auxílio a outros requisitos regulamentares, ou sistemas internos que estejam, ou possam vir a estar, implementados nas organizações, nomeadamente ao nível de processos de emergência, processos de segurança e higiene no trabalho, sistema de gestão ISO 14001, EMAS, processos Kaizen, entre outros.

Assim, o procedimento proposto pretende ser um modo integrado de avaliação, que tem por base a revisão da literatura efetuada, as metodologias estudadas, os critérios da legislação relativos aos recursos hídricos, espécies e habitats protegidos e ainda as diretrizes nacionais nomeadamente as que são estabelecidas pela APA, incluindo o seu formulário próprio de reporte de danos ambientais<sup>11</sup>. É de salientar que o procedimento proposto não pretende ser fechado, mas sim um procedimento flexível de apoio às empresas no seu desempenho ambiental, tendo presente uma perspetiva de continuidade e de melhoria contínua.

Assim, para efeitos de implementação, seguem-se as diretrizes estabelecidas que consideram o regime jurídico aplicável a danos causados ao ambiente e a ameaças iminentes de danos, tal como definidos no Capítulo 1 do presente relatório, tendo ainda em consideração as definições de danos causados às espécies e habitats naturais protegidos, danos causados à água e danos causados ao solo.

---

<sup>11</sup> Disponível em <http://www.apambiente.pt>

#### 4.1 Procedimento

O procedimento da presente análise pretende ser um procedimento integrado, que consiga dar resposta a requisitos legais, como já foi referido, mas que para além disso consiga uma harmonização na recolha de informação e tratamento de dados para diferentes sectores de atividade. A aplicação deste procedimento deve permitir às organizações em estudo, o acompanhamento dos indicadores estabelecidos, a sua otimização e a sua integração com outros sistemas implementados ou normas do sector. A avaliação de risco está ligada ao tipo de atividade em análise e estará sempre sujeita às adaptações necessárias em cada caso, embora se pretenda manter, tanto quanto possível, uma harmonização do nível de avaliação que permita uma melhoria contínua das atividades do ponto de vista ambiental e da sua sustentabilidade.

O procedimento elaborado para a implementação desta avaliação de risco pode dividir-se pelas fases apresentadas na Figura 4, que seguidamente se descrevem e é suportado pelo documento de registos criado para o efeito, designado por “Folha de Registos RA”

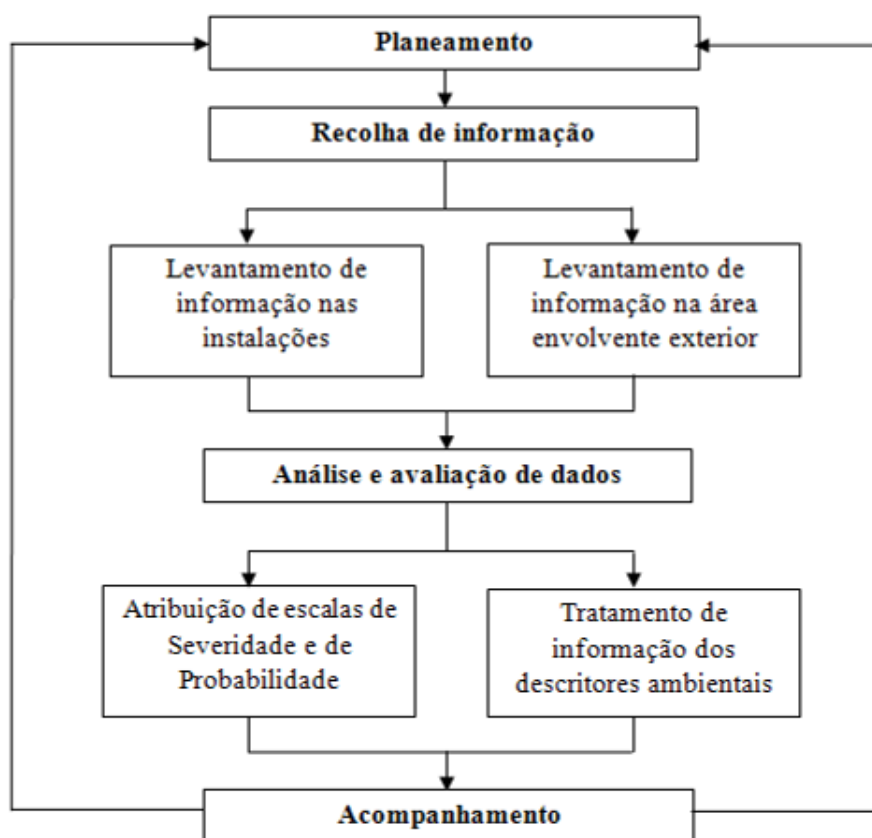


Figura 4 – Esquema do processo a implementar nos projetos onde o procedimento construído for aplicável.



**Fase I – Planeamento** – Esta fase corresponde ao início do trabalho e ao momento de organização e estruturação do mesmo. Deve ser definida a equipa interveniente, da qual devem fazer parte pelo menos um responsável da organização e um técnico nomeado para o efeito. É fundamental que o responsável da organização seja parte ativa no trabalho, uma vez que caberá à gestão de topo a aprovação das atividades a desenvolver e a tomada de decisão quanto às medidas a implementar e custos associados. Ao técnico nomeado para o auxílio nos trabalhos caberá o acompanhamento da equipa em todas as fases, sendo também a pessoa de contacto mais direto para pedidos de informação e documentação, acompanhamento das visitas, esclarecimento de dúvidas ao longo do trabalho, discussão do trabalho, entre outras. Todos os intervenientes devem partilhar a informação necessária à correta prossecução dos trabalhos, todas as alterações feitas ao planeamento inicial devem ser devidamente registadas e comunicadas, sendo que os prazos de execução ficam dependentes da correta realização de todas as tarefas. É apresentado na Tabela 2 um exemplo de um cronograma, que deve ser do conhecimento de todos os intervenientes e por eles aprovado. A proposta apresentada identifica a divisão de fases/tarefas considerada ideal no trabalho desenvolvido, embora a distribuição temporal seja meramente exemplificativa, ou seja, cada processo terá o seu próprio cronograma. A distribuição da realização de tarefas ao longo do tempo deve ser definida caso a caso, não sendo recomendável que seja demasiado prolongada, sob pena da sua implementação ficar incompleta e de ser perdida ou desatualizada informação.

Tabela 2 – Proposta de cronograma de trabalhos com identificação das diferentes fases.

Fases	Tarefas	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	...
I	Reunião inicial					
	Recolha da informação necessária					
II	Levantamento (instalações)					
	Levantamento (zona circundante exterior)					
III	Avaliação de risco ambiental					
	Discussão das medidas a implementar					
	Elaboração do relatório final					
IV	Acompanhamento					

É na fase de planeamento que devem ser solicitados todos os documentos/elementos necessários que constam da *checklist* elaborada (Tabela 3), que possam fornecer informação de base antes do levantamento no terreno e para a posterior avaliação. Estes elementos podem dividir-se de acordo com os tipos apresentados na Tabela 3, sendo que alguns dos elementos gerais podem ser solicitados numa fase prévia para apoio à elaboração da proposta, nomeadamente plantas e documentos de licenciamento.

Tabela 3 – Elementos necessários a solicitar à organização.

<b>Elementos a solicitar</b>	<b>Tipo</b>
Gerais	Organigrama da empresa
	Fluxograma de processo produtivo
	Delimitação da localização da unidade industrial
	Planta geral com localização de edifícios, armazéns e equipamentos exteriores
	Plantas das redes de abastecimento de drenagem e instalações elétricas
	Processos de licenciamento industrial e ambiental
	Relatórios de Higiene e Segurança no Trabalho
	Planos de Emergência e Segurança
	Auditorias e Diagnósticos Ambientais
	Relatórios de inspeção e/ou fiscalização
Matérias-primas e energia primária	Lista de matérias-primas e quantidades anuais médias armazenadas
	Lista de energias primárias utilizadas e quantidades anuais médias armazenadas
	Comprovativos de licenciamento de equipamentos especiais ( <i>e.g.</i> caldeiras de termofluído) e dados de manutenção
Produtos e subprodutos	Lista de produtos e respetivas quantidades anuais e quantidades médias armazenadas
	Lista de subprodutos e respetivas quantidades anuais e quantidades médias armazenadas
Resíduos	Lista de resíduos e respetivas quantidades anuais e quantidades médias armazenadas
	Lista de operadores licenciados para a recolha de resíduos e destinatários finais
	Comprovativo de inscrição no SIRAPA (Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente).

Tabela 3 – Elementos necessários a solicitar à organização.

<b>Elementos a solicitar</b>	<b>Tipo</b>
	Processos e relatórios relativos a outros registos neste âmbito
Água e saneamento	Licenciamento, informação e monitorização de águas de consumo e processo
	Planta de circulação de águas residuais e pluviais
	Resultado de análises químicas e bacteriológicas realizadas à água para consumo humano
	Massas de água na zona envolvente
Outros	Informação de empresas subcontratadas para serviços de limpeza e manutenção ( <i>e.g.</i> produtos químicos utilizados)
	Existência de garantias financeiras

Podem não existir todos os documentos solicitados, mas ainda assim pretende-se com esta listagem abranger o maior número possível de dados e informação sobre a organização, antes de partir para as fases seguintes. Deve ser registada a data de entrega dos dados e sempre que sejam enviados documentos da organização que sirvam apenas para consulta, mas que tenham de ser devolvidos, deve ser feito o registo de entrada e saída dos mesmos, com a respetiva data.

**Fase II – Levantamento técnico** – O início desta fase pressupõe que a fase de planeamento esteja concluída e que tenha sido fornecida toda a informação necessária para a realização do trabalho de campo. Esta etapa inclui o levantamento, composto pela visita às instalações e à área envolvente. A preparação destes levantamentos deve ser feita com base em todos os dados fornecidos, que devem permitir fazer uma pormenorizada identificação do operador, da instalação e identificação da atividade económica em questão. A atividade económica pode ser caracterizada através dos dados apresentados na Tabela 4, baseados nos requisitos constantes do formulário de reporte APA para situações de ameaça iminente de dano ou dano ambiental.

Tabela 4 – Dados para identificação da atividade económica baseados no formulário de reporte APA.

Código da Atividade Económica (CAE)
Descrição da situação envolvente e utilização do terreno
O local das instalações, equipamentos, serviços ou fornecimentos é partilhado com empresas adjacentes ao seu local?
Coordenadas de localização

Tabela 4 – Dados para identificação da atividade económica baseados no formulário de reporte APA.

A atividade está incluída no Anexo III do DL147/2008?
Número de trabalhadores
Área total do terreno (m <sup>2</sup> )
Área industrial (m <sup>2</sup> )
São utilizadas substâncias perigosas na atividade?
Se sim, qual a quantidade total dessas substâncias presentes na instalação (toneladas)?
Existem furos ou poços de captação de água?
Se sim, qual o destino da água de captação?
Possui águas residuais industriais?
Se sim, qual o encaminhamento das águas residuais industriais?
Possui águas residuais de arrefecimento?
Se sim, qual o respetivo encaminhamento?
É feito algum tratamento às águas residuais industriais antes de rejeição?
Se sim, qual o nível de tratamento aplicado antes da rejeição?
Qual o encaminhamento das águas residuais domésticas?
É feito algum tratamento das águas residuais domésticas antes de rejeição?
Se sim, qual o nível de tratamento?
A instalação encontra-se na Rede Fundamental da Conservação da Natureza?
<b>Nos últimos 5 anos:</b>
A empresa teve alguma ação judicial ou administrativa pendente ou prevê que vá ser no futuro por qualquer tipo de violação negligente de qualquer norma ou regulamento por danos ambientais ou ameaça iminente de danos?
Foram apresentadas reclamações contra a empresa por custos de limpeza, responsabilidade civil por contaminação ou danos materiais resultantes de substâncias contaminantes do meio ambiente?
Existe alguma análise de risco ambiental efetuada à empresa?
Existe alguma situação conhecida de contaminação do solo ou águas superficiais no local onde se encontra a empresa?

Com este tipo de informação é possível ter uma visão geral das características da atividade, nomeadamente de características que afetem os descritores ambientais em estudo. Sempre que possível, e tendo em conta possíveis limitações de execução e de meios disponíveis, é desejável que estes dados fornecidos sejam contrapostos com o que for efetivamente verificado no local aquando das visitas do levantamento.

A visita para levantamento às instalações deve ser devidamente agendada, para que possa ser acompanhada pelo técnico da organização nomeado para o efeito. Os técnicos externos devem respeitar quaisquer procedimentos de segurança que sejam obrigatórios na organização para poderem ter acesso às instalações e devem fazer-se acompanhar sempre pelo técnico interno. Independentemente de anotações ou quaisquer evidências

que possam ser retiradas do levantamento, este deve ser acompanhado das plantas da instalação e da “Folha de levantamento”, de acordo com a estrutura proposta apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Proposta de ficha de levantamento para visita às instalações.

Ficha de Levantamento								Data: ____/____/____		
Zona/ Localização	Fase do Processo	N.º Trabalhadores		Matéria-prima utilizada	Resíduo gerado	Acondicionamento/arma zenagem de resíduos	Sinalética Segurança/Emergência	Estado de manutenção das máquinas/ equipamentos	Perigo associado	Risco ou ameaça de risco
		Permanente	Variável							

Em cada momento deve ser registada a zona/localização e correspondente fase do processo onde são recolhidas as informações. Em cada uma das fases, é importante perceber e registar quais os *inputs* e *outputs* em termos de matérias-primas e resíduos gerados, assim como o seu armazenamento e acondicionamento de modo a prever em que medida podem influenciar a ocorrência de algum dano ambiental.

Idealmente, do ponto de vista da prevenção deve ser feita a substituição de matérias perigosas por outras equivalentes mas com perigosidade inferior, não sendo isto possível, devem ser tomadas medidas especiais, nomeadamente ao nível do armazenamento e acondicionamento, de modo a minimizar os fatores de potencial risco. Devem ser registadas as quantidades existentes numa instalação e a tipologia de matérias com vista a avaliar, por exemplo, qual o impacte em caso de derrames.

No que diz respeito aos resíduos, todos devem ser acondicionados em locais próprios, garantindo que não há passagem de lixiviados contaminados para o solo, ou qualquer tipo de escorrência que possa afetar a água, devem também ser cobertos, protegidos de luz solar direta e colocados em contentores ou recipientes apropriados para o seu encaminhamento para valorização ou eliminação. Do ponto de vista da avaliação de risco ambiental, o tipo de resíduos existentes, o modo como são acondicionados e as

quantidades geradas pelos processos produtivos podem ter uma influência significativa, daí que os registos relacionados com este aspeto sejam muito importantes.

Foram colocados na ficha de levantamento os aspetos relacionados com a sinalética de segurança/emergência e o estado de manutenção ou conservação de máquinas e equipamentos utilizados, porque estes podem também influenciar indiretamente a ocorrência de danos, uma vez que condicionam a execução de tarefas que por si só podem representar algum perigo. Por exemplo, uma máquina cuja manutenção e limpeza não seja regular, pode verter óleos e desperdícios que face às escorrências possam chegar às zonas de drenagem, ou ainda, sinalética incorreta ou a inexistência de sinalética de segurança/emergência pode levar a manuseamento e encaminhamento incorreto de substâncias perigosas.

Torna-se importante identificar e eliminar ou reduzir o maior número possível de riscos, uma vez que isto influencia o custo associado às possíveis medidas de prevenção e de reparação a implementar em caso de ameaça de dano ou de dano ambiental ocorrido. Também por este motivo, deve ser registado o número de trabalhadores associados a cada fase do processo produtivo, uma vez que em caso de ocorrência de um dano ambiental que leve à paragem ou suspensão temporárias de alguma atividade ou até mesmo de toda a organização, devem ser também contabilizados os custos com a paragem dos trabalhadores.

Em cada fase deve ser efetuado o levantamento dos perigos, ou seja, das condições que podem levar a incidentes não planeados ou uma série de incidentes que resultem em danos, neste caso, ambientais. Associado aos perigos, está o potencial risco ou ameaça, quem podem ser identificados numa primeira fase aquando do levantamento, sendo posteriormente analisada a combinação entre a sua probabilidade de ocorrência e a gravidade das suas consequências em termos ambientais.

O levantamento à área exterior envolvente pode ou não ser totalmente acompanhada pelo técnico da organização, mas deve ser realizada com o conhecimento deste e tem por objetivo a verificação e registo dos dados relativos aos descritores ambientais espécies e habitats, água e solo, característicos do local. Este deve ser suportado pelos

documentos solicitados, nomeadamente por cartografia adequada para solos e coberto vegetal, informação sobre recursos hídricos e por planos sectoriais relativos a habitats e espécies protegidas. Devem ser consideradas as espécies e habitats protegidos no âmbito da legislação aplicável, como referido no Capítulo 1 do presente relatório.

Sempre que seja viável, e que a organização dê autorização para tal, deve ser realizado registo fotográfico do levantamento no interior e no exterior da instalação, assim como na área envolvente, que evidencie as condições à data do levantamento e que suporte numa fase posterior a análise e todas as recomendações de melhoria.

**Fase III – Análise e avaliação de dados** – Esta fase do trabalho centra-se na análise de todos os dados recolhidos, na sintetização e trabalho da informação, que permita a avaliação de risco ambiental e estimação do montante para a garantia financeira mais adequada.

Todos os dados recolhidos, fornecidos e de levantamento, devem ser sintetizados na “Folha de Registos RA”, para que seja possível uma avaliação integrada de toda a informação. Este tipo de avaliação deve idealmente ser efetuada numa base anual e deve ser monitorizada ao longo de cada ano, com vista à criação de um histórico, que ao longo do tempo estabeleça um perfil cada vez mais exato da atividade e do sector em estudo.

Além dos campos relativos à identificação do operador, instalação e atividade económica, os dados fornecidos pela organização devem permitir ter conhecimento dos campos relacionados com os resíduos gerados, respetivas quantidades e referência do operador habilitado para o seu reencaminhamento para tratamento ou eliminação, de acordo com o proposto da Tabela 6. Caso seja aplicável, deve ser apresentada e mantida a evidência da comunicação anual ao SIRAPA. Além deste preenchimento ser obrigatório para as entidades com obrigações legais nesta área, é também importante do ponto de vista da prevenção de riscos associados à gestão de resíduos, que esta seja efetuada tendo em conta todas as fileiras, respetivas quantidades e modo de acondicionamento dentro e fora das instalações.

Tabela 6 – Proposta de tabela de registos dos resíduos gerados e respetivas quantidades.

Código LER	Designação	Qtd.	Unid.	Transportador	NIF	Destino	NIF	Operação de Valorização ou Eliminação

De modo semelhante, deve ser registada a informação sobre as matérias-primas utilizadas, com referência às quantidades e sempre que possível aos valores médios anuais de *stock*, como demonstra a Tabela 7. Os registos devem ser feitos pelo menos com base anual.

Tabela 7 – Proposta de tabela de registo de quantidades de matérias-primas.

Ano: \_\_\_\_\_

Referência	Consumos Internos (kg)	Stock (kg)	Solvente (%)	Solvente (kg)

A “Folha de Registos RA” inclui informação relativa a ameaças de danos e a danos ambientais. Estes foram baseados e adaptados dos requisitos estabelecidos pela APA, constantes do formulário de reporte de ameaça iminente de dano ambiental e de ocorrência de dano ambiental. Independentemente do carácter de preenchimento e reporte obrigatório nos casos referidos, o preenchimento de alguns destes dados pode auxiliar as organizações dos diferentes sectores de atividade, na sistematização da informação, a perceber quais os requisitos relevantes neste tipo de análise, a definir medidas de prevenção e a estabelecer prioridades de ação.

Tabela 8 – Dados necessários à identificação da ameaça iminente de dano (baseado e adaptado do formulário de reporte APA).

Informação necessária	Conteúdo da informação que deve ser comunicada
Ameaça.	Breve descrição da potencial



Tabela 8 – Dados necessários à identificação da ameaça iminente de dano (baseado e adaptado do formulário de reporte APA).

Informação necessária	Conteúdo da informação que deve ser comunicada
	origem/foco/zona de incidência da ameaça
Tipo de potenciais ocorrências.	Derrames, incêndios, descargas, outras
Descrição da ocorrência.	Fazer uma breve descrição da potencial ocorrência
Em caso de potencial derrame, rutura ou descarga qual a quantidade derramada (toneladas).	Indicar a quantidade em toneladas
Se o referido no ponto anterior for referente a substância(s) perigosa(s) indicar o(s) respetivo(s) nome(s) e CAE ou CE.	Indicar o CAE ou CE das substâncias perigosas
Indicar recursos naturais potencialmente afetados.	Espécies e habitats, água e solo
Caso ocorra afetação de águas superficiais, especificar a respetiva categoria.	Rio, lago, águas de transição e águas costeiras
Caso ocorra afetação de espécies e habitats protegidos, indicar a respetiva classificação da zona afetada.	RAN (Reserva Agrícola Nacional), REN (Reserva Ecológica Nacional), Rede Natura 2000, outra
É efetuada a manutenção aos equipamentos e/ou estruturas associadas à atividade?	Sim/Não
Se sim, qual o nível de manutenção?	Especificar o nível da manutenção que é efetuada
É realizada a inspeção periódica nos equipamentos/estrutura associadas à atividade?	Sim/Não
Se sim, qual a respetiva periodicidade?	Periodicidade com a qual é efetuada a inspeção aos equipamentos/estrutura

Tabela 9 – Dados a incluir na análise de risco ambiental (baseado e adaptado do formulário de reporte APA).

Informação necessária	Conteúdo da informação que deve ser comunicada
Foi realizada alguma análise de risco?	Sim/Não
Se sim, qual o tipo de análise de risco?	Ambiental, Segurança
Possui análise de risco ambiental (ARA) para a instalação, prévia à ocorrência do incidente?	Sim/Não
Na ARA foi encontrado algum cenário de risco <i>Não Aceitável para a saúde humana</i> ?	Sim/Não
Na ARA foi encontrado algum cenário de risco <i>Não Aceitável para as espécies e habitats</i> ?	Sim/Não
Na ARA foi encontrado algum cenário de	Sim/Não

Tabela 9 – Dados a incluir na análise de risco ambiental (baseado e adaptado do formulário de reporte APA).

Informação necessária	Conteúdo da informação que deve ser comunicada
risco <i>Não Aceitável para a água?</i>	
Qual o valor atribuído à Severidade do risco da ameaça identificada.	De 1 (Catastrófico) a 4 (Negligenciável)
Qual o valor atribuído à Probabilidade do risco da ameaça identificada.	A (Frequente) a F (Eliminado)

Tabela 10 – Outros dados necessários à identificação de ameaça iminente de dano (baseados e adaptados do formulário de reporte APA).

Informação necessária	Conteúdo da informação
<b>Medidas de atuação</b>	
No âmbito do Plano de Emergência interno, existem medidas de atuação associadas à ocorrência?	Sim/Não
Quais as medidas de prevenção/mitigação/limpeza adotadas na sequência da ocorrência?	Especificar as medidas adotadas
Qual o custo de implementação das medidas?	Cada medida terá um custo associado à sua implementação, que varia caso a caso e depende de preços sob consulta de mercado (€)
<b>Entidades contactadas</b>	
Foram contactadas outras entidades para dar conhecimento da ocorrência?	Sim/Não
Se sim, quais as entidades contactadas?	Câmara Municipal, Bombeiros, SEPNA, outras.
<b>Garantia Financeira</b>	
Possui garantia financeira para cobertura da responsabilidade ambiental?	Sim/Não
Se sim, qual o tipo de garantia financeira constituída?	Apólice de seguro, garantia bancária, participação em fundos ambientais, constituição de fundos próprios.
Se sim, qual o montante da garantia (€)?	Explicitar o montante (€)

A sistematização desta informação vai permitir, em conjunto com os dados do levantamento realizado, fazer uma caracterização de toda a atividade em análise e estabelecer alguns pressupostos e considerações para a avaliação de risco propriamente dita.

Devem ser definidas as ameaças de danos ambientais e determinado o respetivo risco, que permita o estabelecimento de prioridades de ação.

A avaliação de risco das ameaças implica a aplicação de uma matriz que, após a comparação de metodologias feita anteriormente, se sugere que seja baseada na metodologia MIL-STD-882E, de acordo com o explicitado no Capítulo 2 do presente relatório. Esta avaliação pretende assim estimar o efeito combinado da probabilidade de ocorrência de um acontecimento indesejado e da gravidade das suas consequências, em termos ambientais. Para a atribuição do valor do risco, é então necessário definir as categorias de gravidade e probabilidade de cada ameaça de dano, de acordo com a Tabela 11 e Tabela 12, baseadas na Norma MIL-STD-882E (Anexo 3).

Tabela 11 – Categorias de gravidade (adaptado da Norma MIL-STD-882E).

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Definição</b>
1	Catastrófico	Danos ambientais muito graves e irreversíveis ou efeitos provocados para além das instalações da própria organização.
2	Crítico	Danos ambientais graves mas reversíveis ou efeitos limitados às instalações embora associados a um custo elevado de reposição do equilíbrio ambiental.
3	Marginal	Danos ambientais pouco graves, com reposição fácil do equilíbrio ambiental.
4	Negligenciável	Danos ambientais sem importância ou desprezáveis.

Tabela 12 – Categorias de probabilidade (adaptado da Norma MIL-STD-882E).

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Definição</b>
1	Frequente	Ocorre de forma sistemática e com um largo histórico
2	Provável	Ocorre várias vezes e existe histórico
3	Ocasional	Ocorre esporadicamente
4	Remoto	Não é normal, mas é razoável a expectativa da ocorrência
5	Improvável	Embora seja possível, não é previsível que aconteça, e não existe histórico

O risco pode assim ser atribuído de acordo com as categorias da Tabela 13, baseadas na Norma MIL-STD-882E.

Tabela 13 – Matriz de cálculo de risco ambiental (adaptada da Norma MIL-STD-882E).

<b>Categoria</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>Designação</b>	<b>Catastrófico</b>	<b>Crítico</b>	<b>Marginal</b>	<b>Negligenciável</b>
1	Frequente	1	1	2	3
2	Provável	1	1	2	3
3	Ocasional	1	2	3	4

Tabela 13 – Matriz de cálculo de risco ambiental (adaptada da Norma MIL-STD-882E).

Categoria	Designação	1	2	3	4
		Catastrófico	Crítico	Marginal	Negligenciável
4	Remoto	2	3	3	4
5	Improvável	3	3	3	4

**Legenda:**

1. Risco de Dano Ambiental Elevado
2. Risco de Dano Ambiental Médio
3. Risco de Dano Ambiental Moderado
4. Risco de Dano Ambiental Baixo

Estabelecido o risco de todas as ameaças ambientais, devem ser estabelecidas as medidas a aplicar em caso de dano. Estas medidas devem ter em consideração o constante das alíneas a) a f) do n.º1.3.1 do anexo V do DL 147/2008 que preconizam que as opções devem ser baseadas, entre outros, nos seguintes critérios:

- Efeitos na saúde pública e na segurança;
- Custo de execução;
- Probabilidade de êxito;
- Prevenção de danos futuros e de danos colaterais, resultado da sua execução;
- Benefícios para cada componente do recurso natural e/ou serviço;
- Preocupações de ordem social, económica, cultural e outros fatores relevantes para a localidade em análise.

A definição destas medidas vai permitir definir o valor adequado da garantia financeira para cobertura dos riscos identificados associados à atividade em estudo.

Assim, todo o grupo de trabalho deve discutir e aprovar as medidas estabelecidas, assim como os custos associados (Tabela 14), para o estabelecimento da respetiva garantia financeira.

Tabela 14 – Custos a incluir no cálculo da garantia financeira.

CUSTOS A INCLUIR NA GARANTIA FINANCEIRA				Ano:	
Tipo de reparação	Tipo de Custo	Especificação do custo	Afetação (e.g. nº pessoas afetadas/dias de paragem/outro)	Preço de mercado	TOTAL
Prevenção	Custo com consultores e peritos	Especificar outros custos que não estejam	Identificar o tipo de afetação sofrida no normal funcionamento da		

Tabela 14 – Custos a incluir no cálculo da garantia financeira.

CUSTOS A INCLUIR NA GARANTIA FINANCEIRA					Ano:
Tipo de reparação	Tipo de Custo	Especificação do custo	Afetação (e.g. nº pessoas afetadas/dias de paragem/outro)	Preço de mercado	TOTAL
Primária	Custos de defesa <sup>12</sup>	incluídos nos tipos descritos	atividade em estudo		
Complementar	Perdas de exploração				
Compensatória	Outros				
Perdas transitórias					

Pode ser constituída uma ou mais garantias financeiras (GF), estando previstas as modalidades constantes da Tabela 15. O valor das garantias deve ser adaptado aos custos, que em cada caso, permitam assumir a responsabilidade ambiental associada à atividade desenvolvida, tendo em consideração que o seu valor será tanto maior ou menor quanto maior ou menor for o risco e o respetivo impacte ambiental.

Tabela 15 – Tipologias de garantias financeiras.

Descrição	Definição
Apólices de seguros	Produtos desenhados pelas seguradoras, de diferentes âmbitos, de modo a minimizar os danos ambientais provocados em consequência de determinada atividade.
Garantias bancárias	Devem ser contratadas com uma instituição autorizada na UE ou no Espaço Económico Europeu, autónomas, incondicionais, irrevogáveis e liquidáveis no prazo de 24 horas, sendo a APA o beneficiário destas garantias.
Fundos ambientais	Podem ser fundos ambientais nacionais ou internacionais, como por exemplo o Fundo de Intervenção Ambiental (FIA), que têm por objetivo financiar as iniciativas de prevenção e reparação de danos ambientais naturais e humanos.
Fundos próprios	Os fundos próprios podem ser assegurados através de atas de reunião ou uma declaração de constituição do próprio fundo, devidamente assinada pelo responsável com poderes para tal e através de uma declaração emitida pelo Revisor ou Técnico Oficial de Contas.

<sup>12</sup>Considerados custos jurídicos ou custos com advogados.

No caso de uma ocorrência de dano ambiental, o operador deve informar a APA no prazo de 24 horas e adotar imediatamente as medidas previstas para controlar, conter ou eliminar os fatores causadores do dano. Deve ser também apresentada e submetida à APA uma proposta de medidas de reparação, no prazo de 10 dias. Tanto o reporte de situações de ameaça iminente de dano como o dano ambiental devem ser efetuados através do preenchimento do formulário de reporte específico já mencionado neste Capítulo, que deve ser posteriormente remetido para a APA.

Pode ser realizada uma análise global dos perigos (Tabela 16) e dos custos (Tabela 17), que permita perceber de forma simples quais as principais áreas de atuação ao longo do tempo no processo de acompanhamento descrito na Fase IV, do presente relatório.

No fim da Fase III, deve ser elaborado, um relatório final onde devem constar todos os resultados obtidos e processo de obtenção dos mesmos e onde deve ficar completa a avaliação de risco, que vá de encontro aos requisitos do diploma da RA e definição da respetiva garantia financeira. Devem também ficar definidos indicadores que permitam seguir um processo de acompanhamento e desempenho da atividade em causa. Caso existam dados históricos, deve ser feita uma análise da evolução face aos anteriores, caso estes não estejam disponíveis, podem pelo menos considerar-se os resultados obtidos como *baseline* face aos seguintes.

**Fase IV – Acompanhamento** – Após o fecho dos trabalhos e da entrega do relatório final, pode seguir-se uma fase de acompanhamento, que deve ser também devidamente planeada e calendarizada, na qual devem ser apresentados dados periódicos sobre a evolução da organização em termos de risco ambiental e gestão do mesmo ao longo do tempo, de modo a garantir o cumprimento legal ambiental associado à atividade no âmbito da responsabilidade ambiental.

A periodicidade da apresentação de resultados de acompanhamento deve ser estabelecida caso a caso, conforme decisão do grupo de trabalho, devendo ter no mínimo uma base anual e pressupondo que haja sempre uma interação para troca e atualização de informação. Deve ser mantida, tanto quanto possível a metodologia aplicada, para que ao longo do tempo os resultados sejam perfeitamente comparáveis e se consigam estabelecer medidas de ação efetivas. Caso isto não seja possível devem ser

feitas e registadas as devidas alterações, que devem ser alvo de análise crítica aquando da apresentação dos resultados, onde também devem ser evidenciadas todas as alternativas de avaliação e gestão do risco.

Na monitorização para a redução e prevenção dos riscos que causem ameaças ou danos ambientais, é necessário garantir o cumprimento da legislação ambiental relacionada com o desempenho da atividade ou com a proteção dos descritores ambientais. Pode ser efetuada uma análise global (Tabela 16 e Tabela 17), que deve ser constantemente atualizada, de modo a construir um histórico, que permita a longo prazo a diminuição do risco ambiental associado à atividade de uma organização e sempre que possível a atualização da garantia financeira a aplicar.

Tabela 16 – Proposta de síntese de dados da frequência de incidentes por tipo de perigo.

Perigos identificados	Origem	Contagem	Frequência	Frequência Acumulada	Categorias de severidade	Níveis de probabilidade	Risco

Tabela 17 – Proposta para acompanhamento de custos.

	Tipologia de custo	Especificar outros custos	Montante (€)
Custos fixos			
			Total parcial 0,00 €
Custos não-produtivos			
			Total parcial 0,00 €
Custos c/ mão-de-obra (direta e indireta)			
			Total parcial 0,00 €
Outros custos			
			Total parcial 0,00 €
Custos de implementação das medidas de reparação do			
			Total parcial

Tabela 17 – Proposta para acompanhamento de custos.

	Tipologia de custo	Especificar outros custos	Montante (€)
dano			0,00 €
Custo de implementação das medidas de prevenção do dano			
			Total parcial
			0,00 €
TOTAL			0,00 €

Além disto, estão disponíveis mecanismos voluntários de gestão, que podem ser integrados e cujas normas podem ser utilizadas como forma de assegurar um melhor desempenho ambiental das atividades garantindo o cumprimento das disposições regulamentares, nomeadamente o EMAS e a ISO 14001. O processo de gestão, registo e redução do risco associado a uma dada atividade pode seguir uma abordagem semelhante à adotada nos sistemas de gestão ambiental, conforme exemplo da Norma ISO 14001, em conformidade com o modelo de gestão PDCA ou pode até adotar abordagens baseadas em princípios como o exemplo Kaizen em que é valorizado o envolvimento das pessoas, a otimização de caminhos eficientes para a resolução de tarefas, a igualdade da importância dos processos e resultados, a Qualidade em primeiro lugar, a eliminação de desperdícios e uma abordagem de organização de toda a cadeia de abastecimento.

Não sendo a gestão de risco uma imposição legal, esta abordagem proativa e continuada ao longo do tempo, pode permitir ao operador reduzir os encargos financeiros associados à responsabilidade decorrente da aplicação do regime jurídico da responsabilidade ambiental, proporcionando mais-valias, em particular ao nível dos custos concretos com a reparação de eventuais danos ambientais ocorridos e do valor de constituição da garantia financeira.



## **Capítulo 5. Conclusões e investigações futuras**

O estudo desenvolvido no âmbito da presente tese de Mestrado consistiu na elaboração de um procedimento de sistematização de toda a informação necessária para a avaliação de risco ambiental nas organizações, assim como dos dados necessários ao cálculo dos respetivos custos de prevenção e reparação de danos e ameaças de danos ambientais, para constituição de uma garantia financeira, de modo a dar resposta a requisitos legais, nomeadamente ao Decreto-Lei n.º 147/2008 de 29 de Julho. Este estudo pretende servir de suporte aos processos no âmbito da responsabilidade ambiental, além de ser uma ferramenta de suporte às organizações na própria gestão do risco ou em sistemas de gestão ambiental.

Este trabalho foi desenvolvido numa perspetiva de aplicação generalista, isto é, pretendeu-se manter, tanto quanto possível, um carácter de abrangência para sectores de diferentes atividades económicas, permitindo que as mais variadas organizações possam aplicar o procedimento construído, homogeneizando um processo que até aos dias de hoje sofre de alguma indefinição metodológica. Esta vantagem pode ser vista como uma limitação do ponto de vista da especificidade de cada organização, já que podem ocorrer um conjunto de aspetos relacionados com a atividade que careçam de uma ponderação não prevista no presente estudo.

Idealmente seria desejável testar a aplicação do procedimento gerado num maior número de organizações, de diferentes sectores, para poder minimizar algumas indefinições. Ainda assim, este procedimento inclui as principais informações necessárias e exigidas, até ao momento, a nível nacional e pode servir de base a estudos futuros na área da responsabilidade ambiental.

Embora a APA tenha já em estudo especificações de análises simplificadas de risco para operadores de pequena dimensão e de determinação de garantias financeiras em casos em que o risco seja considerado negligenciável, até ao momento estas não eram conhecidas, deixando espaço aberto para o desenvolvimento de novos trabalhos nesta área. Poderiam ser desenvolvidas metodologias e técnicas normalizadas para o levantamento técnico no terreno, de modo a que fosse possível a perfeita comparação e análise de várias organizações dentro de cada atividade económica.

A uniformização e implementação de um processo completo e preciso, que incluísse a obrigatoriedade da avaliação ambiental, poderiam potenciar melhorias ao nível da oferta de seguros e produtos bancários, que façam face à responsabilidade de todos para com o ambiente.

## Referências Bibliográficas

Agência Portuguesa do Ambiente e Instituto de Soldadura e Qualidade, “*Guia para a Avaliação de Ameaça Iminente e Dano Ambiental*”, Agência Portuguesa do Ambiente, Outubro 2011.

Belloví, M.B. e Malagón, F.P., (s.d.), “*NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente*”, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España.

Comité Técnico AEN/CTN 150 Gestión Ambiental, 2008, “*norma española UNE 150008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental*”, Asociación Española de Normalización y Certificación, Marzo 2008.

Department of Defense Standard Practice System Safety, “*MIL-STD-882E*”, 11 May 2012.

Finnveden, G. *et al.*, (2002), “*Strategic environmental assessment methodologies – applications within the energy sector*”, Environmental Impact Assessment Review 23 (2003) 91-123, Elsevier.

Freeman, P.K. e Kunreuther, H., (2003), “*Managing Environmental Risk Through Insurance*”, International Yearbook of Environmental and Resource Economics, ed by Henk Folmer and Tom Tietenberg, Edward Elgar Publishing Ltd., 2003.

Herva, M. Roca, E., (2012), “*Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation*”, Journal of Cleaner Production 39 (2013) 355-371, Elsevier.

Herva, M. *et al.*, (2011), “*Review of corporate environmental indicators*”, Journal of Cleaner Production 19 (2011) 1687-1699, Elsevier Ltd.

Jasch, C., (1999), “*Environmental performance evaluation and indicators*”, Journal of Cleaner Production 8 (2000) 79-88, Elsevier.

Jasch, C., (2002), “*The use of Environmental Management Accounting (EMA) for identifying environmental costs*”, Journal of Cleaner Production 11 (2003) 667-676, Elsevier.

Jasch, C., (2005), “*How to perform an environmental management cost assessment in one day*”, Journal of Cleaner Production 14 (2006) 1194 -1213, Elsevier.

Kaebernick, H. *et al.*, (2007), “*An integrated methodology to estimate the external environmental costs of products*”, Elsevier.

Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2003, “*Policy Issues in Insurance – Environmental Risk and Insurance – A comparative analysis of the role of insurance in the management of environmental-related risks*”, N°6, OECD Publication Services.

Ortega, J.M. *et al.*, (2010), “*Application of value-based equivalency method to assess environmental damage compensation under the European Environmental Liability Directive*”, Journal of Environmental Management 92 (2011) 1461-1470, Elsevier.

Silva, P.R.S e Amaral F.G., (2009), “*An integrated methodology for environmental impacts and costs evaluation in industrial processes*”, Journal of Cleaner Production 17 (2009) 1339-1350, Elsevier Ltd.

Vilão, R.; Venâncio, C.; Gervásio, I.; Silva, J.; Liberal, P. e Ribeiro, R., “*Relatório do Estado do Ambiente 2012*”, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., Outubro 2012.

Comissão das Comunidades Europeias, COM(2002) 17 final, “*Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à responsabilidade ambiental em termos de prevenção e reparação de danos ambientais*”, Bruxelas, 2002.

Regulamento (CE) n.º 1221/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Novembro de 2009, relativo à participação voluntária de organizações num sistema comunitário de ecogestão e auditoria (EMAS), que revoga o Regulamento (CE) n.º 761/2001 e as Decisões 2001/681/CE e 2006/193/CE da Comissão - Jornal Oficial n.º L 342 de 22/12/2009 p. 0001 – 0045 – Eurolex

<http://ec.europa.eu/environment/emas/> (consultado em 18/04/2013)

<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>  
(consultado em 18/04/2013)

[http://www.aig.com.pt/pt-home\\_770\\_192113.html](http://www.aig.com.pt/pt-home_770_192113.html) (consultado em 29/07/2013)

<http://www.apambiente.pt> (consultado em 07/09/2013)

<http://www.axa.pt/seguro-ambiental-ecosfera.aspx> (consultado em 29/07/2013)

## Anexos

### Anexo 1 – Escalas retiradas da Nota Técnica NTP330.

NÍVEL DE DEFICIÊNCIA	ND	SIGNIFICADO
Muito deficiente	10	Detetara-se fatores de risco significativos que determinam como muito possível a ocorrência de falhas. O conjunto de medidas preventivas existentes referentes ao risco resulta ineficazmente.
Deficiente	6	Detetou-se algum fator de risco significativo que precisa ser corrigido. A eficácia do conjunto de medidas preventivas existentes reduz-se de forma significativa.
Melhorável	2	Detetaram-se fatores de risco de menor importância. A eficácia do conjunto de medidas preventivas existentes respeitantes ao risco não se vê reduzida de forma significativa.
Aceitável	-	Não se detetou nenhuma anomalia de destaque. O risco está controlado. Sem valor.

NÍVEL DE EXPOSIÇÃO	NE	SIGNIFICADO
Continuada	4	Continuamente. Várias vezes no período laboral e por tempo prolongado.
Frequente	3	Várias vezes no seu período laboral, embora seja por períodos curtos.
Ocasional	2	Algumas vezes no seu período laboral e com um período curto de tempo.
Esporádica	1	Irregularmente.

MATRIZ DE PROBABILIDADE		Nível de Exposição			
		4	3	2	1
Nível de Deficiência	10	MA – 40	MA – 30	A – 20	A – 10
	6	MA – 24	A – 18	A – 12	M – 6
	2	M – 8	M – 6	B – 4	B – 2

NÍVEL DE PROBABILIDADE	NP	SIGNIFICADO
Muito Alta	40 a 24	Situação deficiente com exposição continuada ou muito deficiente com exposição frequente. Normalmente a materialização do risco ocorre com frequência.
Alta	20 a 10	Situação deficiente com exposição frequente ou ocasional, ou situação muito deficiente com exposição ocasional ou esporádica. É possível que a materialização do risco aconteça várias vezes no ciclo de vida laboral.
Média	8 a 6	Situação deficiente com exposição esporádica, ou situação melhor com exposição continuada ou frequente. É possível que o dano aconteça alguma vez.
Baixa	4 a 2	Melhor situação com exposição ocasional ou esporádica. Não é expectável que se materialize o risco, embora possa ser concebível.

NÍVEL DE CONSEQUÊNCIA	NC	SIGNIFICADO DANOS PESSOAIS	DANOS MATERIAIS
Mortal ou catastrófico	100	1 Morto ou mais	Destruição total do sistema (difícil recuperar)
Muito Grave	60	Lesões graves que podem ser irreparáveis	Destruição parcial do sistema (completa e de custosa reparação)
Grave	25	Lesões com incapacidade laboral transitória	Requer paragem do processo para efetuar a reparação
Leve	10	Pequenas lesões que não requerem hospitalização	Reparável sem necessidade de paragem do processo

NÍVEL DE RISCO		Nível de Probabilidade (NP)			
		40 a 24	20 a 10	8 a 6	4 a 2
Nível de Consequência (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

NÍVEL DE INTERVENÇÃO	NR	SIGNIFICADO
I	4000 - 600	Situação crítica. Correção urgente.
II	500 - 150	Corrigir e adotar medidas de controlo.
III	120 - 40	Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.
IV	20	Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justificar.



**Anexo 2 – Escalas de probabilidade, consequências, gravidade e avaliação de risco retiradas da Norma UNE 150008:2008.**

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA		
Ocorre	Probabilidade	Valor
Mais que uma vez por mês	Muito provável	5
Entre uma vez por mês e uma vez por ano	Altamente provável	4
Entre uma vez por ano e uma vez cada 10 anos	Provável	3
Entre uma vez cada 10 anos e uma vez cada 50 anos	Possível	2
Ocorre uma vez cada mais do que 50 anos	Improvável	1

VALORAÇÃO PARA A ESTIMAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS				
	VALORAÇÃO			
	4	3	2	1
Estimação sobre o meio natural				
Quantidade	Muito alta	Alta	Pouca	Muito pouca
Perigosidade	Muito perigosa	Perigosa	Pouca perigosa	Não perigosa
Extensão	Muito extensa	Extensa	Pouco extensa	Pontual
Qualidade do meio	Zona protegida	Elevada	Média	Baixa
Estimação sobre o meio humano				
Quantidade	Muito alta	Alta	Pouca	Muito pouca
Perigosidade	Muito perigosa	Perigosa	Pouco perigosa	Não perigosa
Extensão	Muita extensa	Extensa	Pouco extensa	Pontual
População afetada	Muito elevada + de 100 pessoas	Elevada entre 25 e 100 pessoas	Média entre 5 e 25 pessoas	Baixa 5 pessoas ou menos
Estimação sobre o meio socioeconómico				
Quantidade	Muito alta	Alta	Pouca	Muito pouca
Perigosidade	Muito perigosa	Perigosa	Pouco perigosa	Não perigosa
Extensão	Muito extensa	Extensa	Pouco extensa	Pontual
Património e capital produtivo	Muito alto	Alto	Baixo	Muito baixa

ESTIMAÇÃO DA GRAVIDADE		
	Valoração	Valor da Gravidade
Crítico	18-20	5
Grave	15-17	4
Moderado	11-14	3
Leve	8-10	2
Irrelevante	5-7	1

AVALIAÇÃO DE RISCO						
Probabilidade	Valoração para estimação das consequências					
		1	2	3	4	5
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Risco baixo, 1 a 5 ponto
  Risco moderado, 6 a 10 pontos
  Risco médio, 11 a 15 pontos
  Risco alto, 16 a 20
  Risco muito alto, 21 a 25

**Anexo 3 – Escalas de severidade, probabilidade e matriz de risco, retiradas da Norma MIL-STD-882E**

CATEGORIAS DE SEVERIDADE		
Descrição	Categoria	Critério do resultado de acidentes
Catastrófico	1	Pode resultar em um ou mais dos seguintes: morte, incapacidade permanente total, impactes ambientais significativos e irreversíveis, ou perdas monetárias iguais ou superiores a \$10M.
Crítico	2	Pode resultar em um ou mais dos seguintes: incapacidade parcial permanente, lesões ou acidente de trabalho que possa resultar em hospitalização de pelo menos três pessoas, impactes ambientais significativos e reversíveis, ou perdas monetárias iguais ou superiores a \$1M e inferiores a \$10M.
Marginal	3	Pode resultar em um ou mais dos seguintes: lesão ou acidente de trabalho resultante em um ou mais dias de trabalho perdido, impacto ambiental moderado e reversível, ou perdas monetárias iguais ou superiores a \$100k e inferiores a \$1M.
Negligenciável	4	Pode resultar em um ou mais dos seguintes: lesão ou acidente de trabalho não resultante na perda de um dia de trabalho, impacto ambiental mínimo, ou perdas monetárias inferiores a \$100k.

NÍVEIS DE PROBABILIDADE			
Descrição	Nível	Item específico individual	Frota ou inventário
Frequente	A	Provável que ocorra com frequência na vida do produto	Experenciado continuamente
Provável	B	Vai ocorrer várias vezes na vida do produto	Ocorrerá com frequência
Ocasional	C	Provável que ocorra algumas vezes na vida do produto	Ocorrerá várias vezes
Remoto	D	Improvável, mas possível de ocorrer na vida do produto	Improvável, mas é razoável esperar que aconteça
Improvável	E	Muito improvável, assume-se que possa ocorrer sem que seja experienciado na vida de um	Improvável que aconteça, mas possível

		produto	
Eliminado	F	Incapaz de ocorrer. Este nível é usado para potenciais perigos que são identificados que mais tarde serão eliminados	Incapaz de ocorrer. Este nível é usado para potenciais perigos identificados que mais tarde serão eliminados

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE RISCO				
Severidade vs. Probabilidade	Catastrófico (1)	Crítico (2)	Marginal (3)	Negligenciável (4)
Frequente (A)	Elevado	Elevado	Médio	Moderado
Provável (B)	Elevado	Elevado	Médio	Moderado
Ocasional (C)	Elevado	Médio	Moderado	Baixo
Remoto (D)	Médio	Moderado	Moderado	Baixo
Improvável (E)	Moderado	Moderado	Moderado	Baixo
Eliminado (F)	Eliminado			